

FUNDACIÓNMAPFRE

Manual de seguridad en el trabajo

Segunda edición

Instituto de Prevención, Salud y Medio Ambiente

MAPFRE
CENTRO
DE
DOCUMENTACION

Manual de Seguridad en el Trabajo

2.ª edición

FUNDACIÓNMAPFRE

«No está permitida la reproducción total o parcial de este libro, ni su tratamiento informático, ni la transmisión de ninguna forma o por cualquier medio, ya sea electrónico, mecánico por fotocopia, por registro u otros métodos, sin el permiso previo y por escrito de los titulares del Copyright.»

© FUNDACIÓN MAPFRE
Instituto de Prevención, Salud y Medio Ambiente
www.fundacionmapfre.com
Paseo de Recoletos, 23. 28004-Madrid (España)

Editorial MAPFRE, S.A.
Ctra. Pozuelo, 52. 28220-Majadahonda (Madrid)

ISBN: 978-84-9844-250-2
Depósito Legal: M. 2.043-2011

Diseño de cubierta: TDH
Preimpresión e impresión: Fernández Ciudad, S. L.
Coto de Doñana, 10. 28320 (Pinto) Madrid

Printed in Spain - Impreso en España

Autores de la primera edición

FERNANDO PABLO, José Ángel (Coordinador)

ALFONSO LÓPEZ, Antonio M.
ARANDA TRIGUEROS, Ana
BARAZA PEREGRIN, Alonso
BENEITEZ BALLESTA, Antonio
BUSCA PLAZAOLA, J. Ignacio
DIEZ FERNANDEZ, Francisco
GALVEZ SOLDEVILLA, José A.
GARAY MANUECO, Jesús de
GARCIA GUEDEJA-MARRON, Rafael
GARCIA RODRIGUEZ, José Fco.
GONZALEZ MARTINEZ, Eduardo
HERNANDO MONROY, J. Ramón
HERRERO MANTILLA, Ramón
HERRERO TEJEDO, Jorge
HIGES DE LA VEGA, Jesús de
IRISSARRY GARCIA, Miguel Angel
JIMENO LLORENTE, Benito
JOVEL AGUILELLA, Ramón
LLORENS LORENTE, José
MARTINEZ CASTELLE, José Antonio
MINAYA LOZANO, Gilberto
NIÑO ESCALANTE, José
NOGUERA GERMAN, Nuria
NUÑEZ AMADO, Emérito
PONS RUBIO, Lluis
PORTALS GOMEZ, Félix
RODRIGUEZ ROEL, Ramón
SOLER CARBONELL, Albert
TUÑON VAZQUEZ, Luis
VERDEGER CUESTA, Miguel

Actualización de la segunda edición

ALFONSO LÓPEZ, Antonio M. (Coordinador)

ALQUEZAR CAÑO, José Carlos
MADURGA MORENO, Óscar
OLMOS LLORENTE, Miguel
LEGAZ ARRESE, Carlos
NIÑO ESCALANTE, José
ZUERAS RIVERA, José María

ÍNDICE

	Pág.
Prólogo a la segunda edición	XIII
1. Introducción. La psicología aplicada a la seguridad laboral	1
1. Introducción a la psicología de la prevención	1
2. La psicosociología y el cambio legal en prevención	2
3. La psicología de la seguridad y las «barreras de cristal» de la prevención	3
4. Análisis de riesgos y de las causas de los accidentes	13
5. Bases para el control de los riesgos	34
6. La gestión del cambio preventivo	37
6. Bibliografía	42
2. Técnicas de seguridad	45
1. Las técnicas de seguridad	45
2. Procedimientos analíticos	52
3. Notificación y registro de accidentes. Estadísticas	101
4. Bibliografía	113
3.1. Áreas de trabajo (I)	115
1. Introducción	115
2. Accidentabilidad	116

3. Criterios técnicos y legales de referencia 117
4. Riesgos y protección de las áreas de trabajo 119
5. Proyecto de un establecimiento industrial 126
6. Aspectos a considerar en el diseño de áreas de trabajo. 130
7. Lugares de especial peligrosidad 138
8. Consideraciones especiales en vías de circulación y lugares de especial peligrosidad 157
9. Suelos 160
10. Puertas y salidas 163
11. Almacenes 171
12. Lugares de trabajo exteriores 173
13. Instalaciones de servicio para el personal 174
14. Bibliografía 176

3.2. Áreas de trabajo (II). Trabajos en altura 179

1. Introducción 179
2. Criterios legales y técnicos de referencia 182
3. Riesgos del trabajo en altura. Principios de protección... 192
4. Equipos de trabajo para el trabajo en altura 204
5. Equipos de protección individual para el trabajo en altura 224
6. Bibliografía 277

4. Herramientas manuales 279

1. Introducción 279
2. Accidentabilidad con las herramientas manuales 279
3. Criterios técnicos y legales de referencia 280
4. Clasificación de las herramientas manuales 282
5. Normas de seguridad generales 283
6. Criterios ergonómicos para la elección de una herramienta 291
7. Herramientas de mano 294
8. Herramientas aislantes 308
9. Herramientas mecánicas manuales 310
10. Bibliografía 340

5. Movimiento mecánico de materiales 341

1. Introducción 341
2. Criterios legales y técnicos de referencia 342

3. Carretillas a timón 343
4. Carretillas automotoras 345
5. Equipos elementales de elevación 370
6. Puentes-grúa 373
7. Accesorios de aparatos de elevación 409
8. Transportadores 422
9. Bibliografía 443

6.1. Máquinas (I) 445

1. Introducción 445
2. Definiciones 450
3. Criterios legales y técnicos de referencia 455
4. Descripción de los riesgos generados por las máquinas.. 470
5. Evaluación del Riesgo 481
6. Medidas preventivas 495
7. Utilización de las máquinas 551
8. Bibliografía 572

6.2. Máquinas (II) 575

1. Medidas de protección aplicadas a las máquinas 575
2. Resguardos 578
3. Dispositivos de protección 614
4. Bibliografía 710

7. Electricidad. Alta tensión 711

1. Introducción 711
2. Accidentabilidad 713
3. Criterios técnicos y legales de referencia 713
4. Riesgos en las intervenciones en alta tensión 714
5. Definiciones 715
6. Tipos de trabajos 734
7. Subestaciones y centros de transformación 784
8. Equipos de protección individual 801
9. Bibliografía 804

8. Electricidad. Baja tensión 807

1. Introducción 807
2. Accidentabilidad 807

3. Criterios técnicos y legales de referencia 812
4. Definiciones 812
5. Tipos de contactos 822
6. Factores que intervienen en la gravedad de un accidente eléctrico 826
7. Esquemas de distribución 841
8. Receptores eléctricos 848
9. Grados de protección proporcionados por las envolventes de los materiales eléctricos contra el acceso a partes peligrosas, a la penetración de cuerpos sólidos extraños y a la penetración de agua (IP) 851
10. Protección contra contactos directos 858
11. Protección contra contactos indirectos 865
12. Puesta a tierra 900
13. Locales con riesgo de incendio o explosión 907
14. Locales de características especiales 913
15. Trabajos en instalaciones de baja tensión 918
16. Ejemplos 946
17. Revisiones y comprobaciones en instalaciones eléctricas 956
18. Equipos de protección individual 967
19. Bibliografía 975

9. Sustancias químicas peligrosas 977

1. Introducción 977
2. Accidentabilidad 978
3. Definiciones y conceptos generales 979
4. Reactividad de los productos químicos 981
5. Formación e información a los trabajadores 995
6. Recepción de productos químicos peligrosos 1000
7. Envasado 1003
8. Clasificación de productos químicos peligrosos 1005
9. Etiquetado de productos químicos peligrosos 1012
10. Elementos de actuación 1027
11. Manipulación de productos químicos peligrosos 1033
12. Almacenamiento de productos químicos peligrosos 1056
13. Emergencias 1064
14. Bibliografía 1074

10. Espacios confinados 1075

1. Introducción 1075
2. Definición de un espacio confinado 1076
3. Riesgos en espacios confinados 1077
4. Medidas preventivas para trabajos en espacios confinados 1079
5. Bibliografía 1101

11. EPI's 1103

1. Introducción 1103
2. Concepto de EPI 1104
3. Condiciones que deben reunir los EPI 1109
4. Elección de los EPI 118
5. Tipos de EPI 1120
6. Utilización y mantenimiento de los EPI 1222
7. Reglamentación aplicable a los EPI 1233
8. Bibliografía 1235

12. Señalización 1237

1. La señalización en el trabajo 1237
2. Anexo I. Señales 1295
3. Bibliografía 1298

13. Incendios 1299

1. Introducción 1299
2. Generalidades 1300
3. El tetraedro del fuego 1303
4. Calor 1311
5. Cadena del incendio 1315
6. Explosiones 1321
7. Prevención de incendios 1323
8. Protección contra incendios 1325
9. Reglamento de Seguridad contra Incendios en instalaciones industriales 1393
10. Plan de autoprotección 1427
11. Bibliografía 1445

12. Real Decreto 2267/2004, de 8 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de Seguridad contra incendios en los establecimientos industriales 1447

14. Gestión de la prevención en la empresa 1531

Prólogo a la segunda edición

La primera edición del Manual de Seguridad en el Trabajo de FUNDACIÓN MAPFRE vió la luz en el año 1992, incorporándose a la colección de publicaciones que, bajo el enfoque de seguridad integral, se iniciaron ese año. Esta obra, junto con el Manual de higiene industrial y el Manual de ergonomía, han formado parte destacada de la bibliografía en habla hispana sobre prevención, indispensable para los técnicos.

En aquella primera edición se abordaban tanto aspectos técnicos como legales, incluyendo referencias a la gestión de la prevención en la empresa. Los contenidos fueron elaborados por técnicos y profesionales de la seguridad en el trabajo que, antes de la instauración de la normativa reguladora de la incorporación de la prevención de riesgos laborales en las empresas, ya habían dedicado años a estudiar e implantar los últimos conocimientos en prevención de accidentes.

El paso del tiempo ha hecho, como es lógico, mella en esta obra, debido, principalmente, al progreso de la técnica y a el desarrollo de un nuevo cuerpo legal en Europa (y por consiguiente en España) en seguridad y salud en el trabajo. La aparición de nuevas tipologías de riesgo o la definición de nuevos criterios preventivos a la luz de la experiencia y de la evidencia científica, han hecho necesaria la revisión

de este manual. No obstante, cabe observar cómo los principios básicos de la acción preventiva se mantiene y como muchos de los conceptos acuñados en el año 1992 siguen vigentes en la actualidad.

Desde aquí queremos agradecer la dedicación y sacrificio personal, tanto a los autores originales de la obra, como a los profesionales encargados de su revisión y actualización, conscientes de la magnitud del esfuerzo que supone tanto la creación como la puesta al día de un libro de estas características.

Esperamos que este Manual de Seguridad en el Trabajo contribuya a reducir los accidentes laborales y que continúe siendo una obra de referencia a la que puedan acudir los profesionales que, con tanto empeño y esfuerzo, dedican su vida laboral a mejorar la de otros y evitar la lacra que suponen los accidentes y enfermedades profesionales.

Antonio Guzmán Córdoba
Director General
Instituto de Prevención, Salud y Medio Ambiente
FUNDACIÓN MAPFRE

1

Introducción. La psicología aplicada a la seguridad laboral

Actualizado por JOSÉ NIÑO ESCALANTE

1. INTRODUCCIÓN A LA PSICOLOGÍA DE LA PREVENCIÓN

En este capítulo se pretende repasar algunos de los principales aspectos psicológicos y psicosociológicos que están detrás del «factor humano» en la Prevención y la Seguridad en el trabajo.

La Prevención en general, y la Seguridad en particular, son disciplinas eminentemente técnicas, pero sus limitaciones son, fundamentalmente, de naturaleza psicosociológica.

El esfuerzo que una sociedad dedica a la prevención de los accidentes, las enfermedades o las catástrofes, se puede considerar como el más completo indicador social sobre nivel de calidad de vida por la que esa sociedad trabaja y aspira.

La realidad preventiva es una realidad psicosociológica en la medida en que el principal criterio de identidad es la propia creencia en ella. La prevención no existe fuera de las personas que confían en ella, la promueven y la practican. La prevención forma parte de los logros de las organizaciones humanas en las sociedades responsables, tales como las libertades públicas, el estado de derecho, etc. y, este tipo de logros nunca vienen dados ni otorgados, son auto conquistados.

Una sociedad en condiciones de abordar el peldaño preventivo en toda su plenitud (social, medio ambiental, laboral...) supondría una

madurez tal que, en una escala de Maslow de la satisfacción de las necesidades colectivas, podría denominarse de autorrealización social.

Las sociedades pasan por fases prelógicas y supersticiosas en sus explicaciones de las causas de los daños y las desgracias; por lo que, no es pequeño el camino recorrido cuando, abandonados ya los atavismos y los fatalismos de todo tipo, se puede plantear la acción preventiva desde las siguientes premisas:

1. Todos los accidentes tienen causas naturales y se explican en forma natural («Ley del efecto»).
2. Todos los fallos y errores deben clasificarse en términos de características y comportamientos humanos (Principio de implicación).
3. Los riesgos, las causas y las contingencias de cada accidente están interrelacionados (Noción de sistema).

2. LA PSICOSOCIOLOGÍA Y EL CAMBIO LEGAL EN PREVENCIÓN

La ley de Prevención de Riesgos Laborales de 1995 incorpora una visión ampliada, pero sobre todo actualizada, de lo que debe entenderse como riesgos y condiciones de trabajo y en el Art. 14, epígrafe 2. establece que «...el empresario deberá garantizar la seguridad y salud de los trabajadores a su servicio en todos los aspectos relacionados con el trabajo».

El reglamento de los Servicios de Prevención de 1995 incrementa, consecuentemente, las tres áreas «clásicas» de la Seguridad, la Higiene y la Medicina del Trabajo, con una nueva especialidad, denominada «Ergonomía y Psicosociología aplicada», principalmente enfocada a la prevención de las fatigas y presiones psicológicas del trabajo, además de las físicas y ambientales, y todo ello especialmente en relación con el análisis de los factores psicosociales dentro de las organizaciones.

Sin embargo, la Psicología y la Psicosociología aplicada, pueden crear algunas aportaciones añadidas, en relación con la seguridad y la salud, además de las evaluaciones de los riesgos psicosociales del trabajo, entre las que destacamos:

1. *Ergonomía y usabilidad de los sistemas*

   (Diseño de sistemas centrados en el ser humano, incluyendo sus necesidades y limitaciones).

2. *Mejora del clima laboral, la satisfacción, motivación y comunicación, y la gestión de los cambios*

3. *Mejora de la fiabilidad humana*

   (Diseño de sistemas seguros con tolerancia a los fallos y a los errores).

Este último apartado es el ámbito más relacionado con la «Psicología de la Seguridad» y sobre el que más se insistirá en este capítulo.

3. LA PSICOLOGÍA DE LA SEGURIDAD Y LAS «BARRERAS DE CRISTAL» DE LA PREVENCIÓN

La Psicología de la Seguridad es el área de la Psicología que se ocupa del comportamiento humano en relación a las conductas preventivas y con los riesgos en todos los ámbitos: trabajo, vida social, ocio.... y constituye el aspecto menos desarrollado de la Prevención laboral.

La puesta en práctica de la Seguridad y la Prevención en la empresa presenta dificultades, que suelen ser como «barreras de cristal», según la terminología de Pascal Paoli de la Comisión Europea, y aluden a las dificultades teóricas, y a las resistencias prácticas, para poder llevar a cabo cosas que en principio se perciben como tales, o sobre las que hay un amplio consenso, como el que la prevención y la seguridad son muy importantes, pero que no llevan fácilmente a acciones concretas, por lo que, en cualquier caso, conviene previamente conocer y tener en cuenta.

La Psicología puede ayudar a entender las complejas bases de la prevención y las que constituyen las barreras de cristal de la seguridad, empezando por cómo las personas se representan mentalmente los riesgos, hasta cómo se conforman las actitudes y los comportamientos seguros.

A este respecto conviene hacer una primera consideración: El término «prevención» alude unas veces a la disciplina técnica, (que para muchos puede ser árida), y otras veces al conjunto de actitudes y comportamientos personales para reducir los riesgos y evitar al máximo los accidentes, (y que para casi todos puede ser deseable), pero no se debe olvidar que la una no lleva fácilmente a la otra, aunque se denominen igual, del mismo modo que el deseo de tener salud no tiene por qué predisponer a una gran afición a la Medicina.

De entre las múltiples «barreras de cristal» de la prevención se han seleccionado las siguientes.

a) La naturaleza de los riesgos.
b) los riesgos son probabilidades.
c) No existe el riesgo cero.
d) La dimensión de los riesgos y la escala del tiempo preventivo
e) La extraña distribución estadística de los accidentes: LA FUNCIÓN DE POISSON.
f) El estudio de las rachas de accidentes.
g) Las rachas de casualidades, dan rachas de accidentes.

a) La naturaleza de los riesgos

El profesor N. C. Lind del Instituto para la Investigación del Riesgo, de la Universidad de Waterloo (Canadá), indica que el riesgo es un tema difícil de comprender. El riesgo no es una sustancia o algo concreto como la mantequilla, la hora o la radiación gamma. No se puede medir, ni observar. Sin embargo, el riesgo es algo real y obedece a leyes bien conocidas.

El riesgo podría definirse como la probabilidad de que cualquier suceso se produzca en un determinado periodo de tiempo.

Normalmente, el riesgo en el contexto preventivo se refiere a la probabilidad de que se produzcan sucesos negativos, indeseables y antieconómicos, tales como fallos, averías, accidentes, lesiones, enfermedades o catástrofes.

Pero también se habla del riesgo de acertar o ganar, o, incluso, del riesgo buscado y deseado o del riesgo por el riesgo.

La primera barrera o dificultad derivada de esta naturaleza, viene dada por que los riesgos son probabilidades y las probabilidades no se ven.

b) Los riesgos son probabilidades

Cualquier suceso real tiene asignado, por el simple detalle de no haber ocurrido todavía, un número llamado probabilidad , un número entre cero y uno que mide su distancia a su inevitabilidad o certeza (valor uno) o a su imposibilidad (valor cero).

Cualquier suceso tiene asignado, por el simple detalle de haber ocurrido ya, un número que mide su información en BITS con el mismo desparpajo que el peso se mide en kilogramos o la potencia en vatios».

No existe la probabilidad de un suceso que ya ha ocurrido ni la información de un suceso que aun no ha sucedido (Jorge Wagensberg. Director del Museo de la Ciencia de Barcelona).

Esto significa que la percepción y conocimiento de los riesgos, a diferencia de los accidentes, hay que realizarlo de forma indirecta.

Una evaluación de los riesgos se efectúa a través del análisis de los FACTORES DE RIESGO y de los INDICADORES DE RIESGO.

El análisis de los factores de riesgo es el que permite determinar el riesgo al que se está expuesto. Son estos factores, tales como las substancias, las maquinas utilizadas, etc las que, en general, constituyen los elementos objetivables, medibles u observables de una situación, incluso sin que todavía se hayan producido los accidentes.

Trabajar con gasolina constituye un factor de riesgo de incendio, de intoxicación, de dermatitis, etc.

Soldar constituye un factor de riego de quemaduras, proyecciones, radiaciones, etc.

La combinación probabilística de los distintos factores de riesgo determina el nivel de riesgo a los distintos riesgos: de incendio, (vapores más chispas); de intoxicación (vapores sin ventilación), etc.

En el otro lado, los Indicadores de Riesgo, son otros elementos muy importantes para una evaluación, aunque se refieren a las consecuencias ya constatadas después de los accidentes o bien los accidentes mismos.

En prevención los principales Indicadores de Riesgo son los propios accidentes ya ocurridos, pero también son posibles indicadores de riesgo, los incidentes, las disfunciones, las quejas, etc.

La prueba más evidente de que hay un riesgo significativo es que consten accidentes, ya que puede haber riesgo sin, todavía, accidentes, pero no hay accidentes sin que haya habido riesgo.

Los Factores de Riesgo se relacionan directamente con las causas y los Indicadores de Riesgo con los efectos a prevenir .

Las relaciones entre Factores e Indicadores de Riesgo están en una relación más bien contingente, esto es, más probabilística que determinista, pero, lo que cualquier caso se debe evitar, es confundir los Factores de Riesgo con los Indicadores de Riesgo, en la misma medida que se debe evitar confundir las causas con los efectos.

Como se verá, los análisis de causas y efectos, y sus correlaciones, están sometidos a importantes limitaciones psicológicas, especialmente, en los análisis de los accidentes

c) No existe el riesgo cero

Otra dificultad psicológica de las representaciones mentales de los riesgos es que **no existe el riesgo cero,** o lo que es lo mismo, siempre hay al menos una remota posibilidad de que cualquier cosa suceda. La frontera cuantitativa del riesgo, entre lo posible y lo probable va llevar, a veces, a valoraciones de las situaciones muy dispares e irracionales.

Es preciso por tanto definir, al menos, el concepto de **riesgo significativo** combinando las dos dimensiones de los riesgos; esto es, la probabilidad de que suceda algo de una magnitud, consecuencia o daño, previamente definido.

Este concepto de riesgo significativo, debe identificarse con algún valor que no sea trivial o mínimo.

La propia escala de valoración de los riesgos normalmente utilizada en las evaluaciones de riesgos es muy imprecisa, ya que normalmente se establece esta escala:

- Riesgo trivial o mínimo
- Riesgo moderado
- Riesgo importante
- Riesgo muy importante

Incluso, la calificación de «riesgo grave e inminente», que podría parecer algo evidente, muchas veces está sometida a toda la subjetividad del evaluador.

Por ello, es preciso delimitar algo mejor estas dimensiones cuantitativas de los riesgos, con el fin de evitar la pregunta sobre muchas evaluaciones: ¿Estamos ante riesgos triviales o evaluaciones triviales?

d) La dimensión de los riesgos y la escala del tiempo preventivo

Afortunadamente, la mayoría de los riesgos son de pequeña identidad, pero desgraciadamente las cosas muy pequeñas se ven o se aprecian muy mal.

Los riesgos se expresan en cifras pequeñas, algo entre 1 y 0, lo que supone el empleo de largos decimales, ya que para muchos riesgos las cifras significativas aparecen después de bastantes ceros, o bien emplear la notación científica exponencial, de interpretación psicológica algo más difícil

Por tanto, los riesgos no se deberían medir en tantos por ciento, sino que de hacerlo sería más adecuado hacerlo en partes por millón y dentro de unos rangos muy amplios.

En la Tabla 2 se exponen lo que podría denominarse los TLV o VLA (Valores límites Admisibles) del error humano. Esto significa que solo los riesgos de salvamento en situaciones complejas, sí que se pueden expresar en porcentajes, y de paso indicar que el riesgo a considerar es el 100%, esto es, se debe contar con el fallo seguro, o lo que es lo mismo, se deben prever alternativas de control frente al fallo como si fuere seguro. Ver apartado sobre el error humano.

Bajo estas mismas consideraciones, en la siguiente Tabla 1 se exponen una clasificación de los rangos de las probabilidades entre los riesgos frecuentes y los muy improbables y una escala de equivalencia.

Tabla 1. Clasificación de las probabilidades (en hora^{-1})

– Frecuente:	$10^{-1} - 10^{-3}$ (diario-mensual)
– Poco frecuente:	$10^{-3} - 10^{-5}$ (mensual-decaanual)
– Suceso raro:	$10^{-5} - 10^{-7}$ (decaanual-milienal)
– Suceso muy raro o improbable:	$10^{-7} - 10^{-9}$ (milienal-1.000 siglos)
– Muy improbable:	10^{-9} o inferior

La prevención de accidentes laborales, para ser efectiva, no puede aspirar a que una persona no tenga accidentes en una sola acción u operación, ni solo en unos meses o unos pocos años.

A diferencia de otros riesgos no personales, como el que un vehículo no tenga ninguna avería importante en su vida de uso, pero que si incluso la tiene, la situación forma parte de lo admisible, en prevención de accidentes laborales, hay que aspirar a que ninguna persona tenga un accidente importante en su vida profesional. Ya sólo por este aspecto, esta escala temporal de muchos años cambia la situación y la dificultad.

Por ejemplo, con el actual nivel de riesgo medio, la probabilidad de que a lo largo de una vida de 75 años no se tenga un accidente mortal de tráfico (ocupantes y peatones, urbano y carretera) parece insignificante porque es del orden de 0,0094, o si se prefiere de 0,94%, pero esta aparente baja probabilidad puede producir 375.000 muertes en una población como la española y con una vida media como la anteriormente citada.

Esto nos lleva a que, a nivel individual, los riesgos objetivos se perciben bajos, y de ahí la importancia del enfoque colectivo frente al individual para definir la importancia de los riesgos

Así la mayoría de las personas pasan más de medio millón de horas (una vida media) sin que les ocurra ningún accidente grave, por lo que podríamos decir que los accidentes son sucesos raros.

Pero, un suceso poco frecuente o raro para una persona (en una década o una vez cada varios años), se convierte en casi frecuente (orden mensual) cuando el sistema engloba 100 personas como una empresa o una gran familia, amigos incluidos.

La actitud ante los riesgos va a depender de la visión individual o social que se tenga de los accidentes.

e) La extraña distribución estadística de los accidentes: LA FUNCIÓN DE POISSON

Como ya se ha indicado anteriormente, los riesgos de accidentes son probabilidades, tienen una naturaleza intangible, sus dimensiones relativamente pequeñas, los hacen muy intratables y, por si fuera poco, adoptan formas de distribuciones muy especiales, por no decir muy raras.

Cualquier manejo de las probabilidades da sorpresas, como por ejemplo, la que se conoce como la paradoja del cumpleaños: «Hay un 50% de probabilidades de que en una reunión de 23 personas haya al menos dos que cumplen los años el mismo día», lo que, en relación a los accidentes, significa y se expresa en lo que normalmente se constata, que los accidentes se agrupan en rachas».

Es la misma rara distribución que provoca la «suerte a rachas» o cómo se agrupan otros infortunios: »las desgracias nunca llegan solas», las «fechas negras» o los años «horribilis».

La distribución que mejor se ajusta, en el sentido estadístico, a los sucesos, afortunadamente raros como los accidentes, es la de la «Función de Poisson».

La distribución de Poisson se aplica también a la «teoría de la congestión» y de los servicios o «de colas» y constituye una particularidad de la distribución binomial para el cálculo de sucesos de baja probabilidad. O lo que es lo mismo, para los casos cuando la probabilidad (p) de un suceso ocurra, como tener un accidente, es mucho menor que el no tenerlo (q).

La función de Poisson es sencilla y misteriosa, y queda definida por $P(x) = \lambda^x \cdot e^{-\lambda}/x\,!$; siendo P(x) la probabilidad de que se produzca el fenómeno considerado x número de veces.

Pero esta distribución no solamente proporciona alguna información sobre los sucesos raros sino que ella misma constituye una curiosidad dentro del panorama estadístico.

Por ejemplo en 1901 Liapounoff demostró que la suma de distintas variables aleatorias, cualesquiera que sean sus respectivas distribuciones, tiende a tener una distribución normal, o de «campana» o de «Gauss», como también se la conoce.

Pero, lo que es verdaderamente sorprendente, es que «la suma de varias distribuciones de Poisson es también una distribución de Poisson y no una distribución normal», como parece que a primera vista tenía que ser.

En la Figura 1 se expone como ejemplo, dos tipos de distribuciones estadísticas, la teórica y la real, en relación con los accidentes.

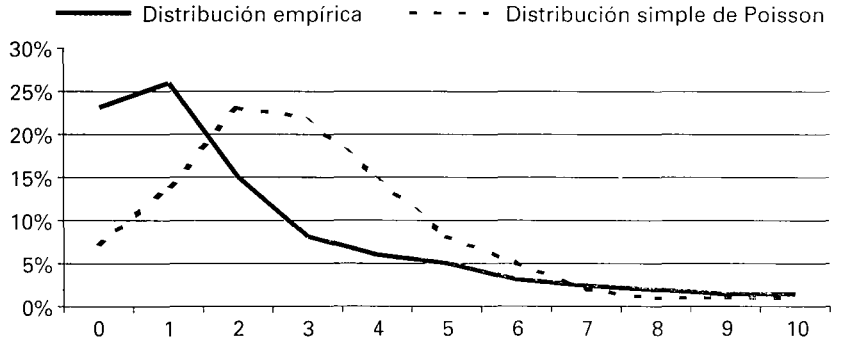


Figura 1. Distribución de 5.230 empleados de una obra según el número de accidentes sufridos en un año. Además, la distribución simple de Poisson, obtenida de la cifra media de accidentes 2,85 (234 personas con 11 a 32 accidentes en un año no aparecen en la figura). (Wolff, E., Accident proneness, a serious industrial problem. «Indust. Med. A Surg.», 19, 1950, pág. 419).

El análisis de estas distribuciones nos permite ver varias cosas, tales como que la accidentabilidad se ajusta a dicha distribución de Poisson, que dicha distribución no es pura, porque además del azar está operando algo hacia una menor accidentalidad real, puede ser algún comportamiento preventivo, y, por último, se puede ver algo que cuestiona las supuestas «predisposiciones a los accidentes», cuando los estudios de accidentabilidad no se someten a las pruebas adecuadas de significación estadística solo por azar, ante un mismo nivel de riesgo, se genera una apreciable repetición de casos o multiaccidentabilidad.

Esta dimensión poissoniana de los accidentes permite comprobar, al menos, dos niveles de extrañeza, lo que hace a los accidentes «raros», al menos por partida doble.

f) El estudio de las rachas de accidentes

El primer nivel de rareza de los accidentes viene dado por como se distribuyen los accidentes en el tiempo. Cosas como lo que hemos denominado «rachas de buena, o mala, suerte», o el que «las desgracias nunca vienen solas» no son sino expresiones comunes de una propiedad poussoniana profunda y comprobada acerca de los sucesos raros.

A cualquiera que conozca la distribución de Poisson en los accidentes no le debería sorprender que se den las agrupaciones ilógicas o atípicas de los mismos, ya que son las más «normales» y probables.

Como indicaba Arthur Koestler, la teoría de las probabilidades es una paradoja incrustada en las matemáticas. Pero funciona. Todo el edificio de la física moderna reposa sobre ella: la genética, la arqueología, los negocios confían en ella. Y funciona, para decirlo una vez más, con inefable precisión, toda vez que consideremos grandes números de acontecimientos en conjunto.

Por ejemplo, si una empresa ha tenido cuatro accidentes graves en el año pasado, la probabilidad de que hayan estado repartidos a razón de uno por trimestre es baja. Mucho menor que el que haya habido un «trimestre negro», con tres o los cuatro accidentes acumulados en un mismo periodo.

Estas agrupaciones anómalas o estas «rachas de mala suerte» constituyen la propiedad intrínseca de los sucesos accidentales y que hay que considerar en las previsiones estadísticas de los accidentes.

Del mismo modo, esta irregularidad en la distribución en el tiempo hace que una empresa con un nivel de accidentabilidad media de 2 accidentes/año, la probabilidad de que en el próximo año no tenga ninguno sea del 14% , y de que tenga el doble o más sea del 13%, algo nada despreciable.

Cualquier ejemplo nos plantea la necesidad de tener ya claramente diferenciadas las relaciones entre el nivel de riesgo real (nivel objetivo del riesgo), cómo este está presente en los accidentes (efectos o consecuencias) y de cómo se percibe mentalmente la «normalidad» accidental.

g) Las rachas de casualidades, dan rachas de accidentes

Lo más importante de la compresión estadística de los accidentes es que también cada accidente es un «poissoniano», en este caso de segundo grado:

Los accidentes bien analizados nos colocan ante la evidencia de que, precisamente, en todos los accidentes lo normal es que, por un lado, estos se presenten de una forma irregular en el tiempo (a rachas o bajo, lo que hemos denominado, el poissoniano de primer grado), pero, lo más importante, es entender porqué en todos y cada uno de los accidentes, lo más característico es la acumulación atípica de circunstancias anómalas, percibidas como casualidades, y que en un momento dado concurren (o poissoniano de segundo grado).

Y es que cada accidente es eso: la acumulación de circunstancias raras o lo que es lo mismo, las rachas de casualidades de cada accidente es otra expresión de las rachas de los accidentes en su conjunto.

Recuérdese la rareza de la distribución de Poisson, donde la conjunción de varias distribuciones de Poisson da otra distribución de Poisson.

Es precisamente este cúmulo de circunstancias casuales lo que hace que cada accidente lo sea, ya que el resto de las «casualidades fallidas» o la falta de alguna circunstancia que corta o impide la confluencia, es lo que percibimos como la realidad normal no accidental.

Y esto es el meollo probabilístico de todos los accidentes. Sorprenderse de ello es, a su vez, de una ingenuidad técnica sorprendente.

Para aclarar un poco el asunto lo mejor es ver un caso real, un accidente cualquiera, con las dudas e interrogantes más comunes que este tema suscita.

CUALQUIER ACCIDENTE PUEDE SER UNA BUENA LECCIÓN PREVENTIVA

En este caso se trató de un accidente sin víctimas, pero que supuso el incendio de una fabrica de papel reciclable, y que fue presentado por un asistente en el análisis de los casos prácticos de un «Curso de análisis de accidentes» como modelo del planteamiento común de **«a ver que se puede hacer ante esto»**, y sobre todo **«¿para que sirve analizar los accidentes, si la probabilidad de que se vuelva a repetir es absolutamente remota?»**.

Más o menos el accidente fue descrito así: *«Un día X hubo un conato de incendio en el parque de almacenamiento de materias primas, pacas de papel usado, y este fue uno de los 6 ó 7 conatos que de media tenemos al año y que normalmente detectamos a tiempo y los controlamos con nuestros propios medios, usando carros y extintores manuales o portátiles.*

Ese día el conato se empezó a convertir en un pequeño incendio y tiramos de las mangueras de los hidrantes, pero casualmente estábamos con un corte de suministro eléctrico de los que en esta zona se producen, como mucho, tres o cuatro veces al año durante una hora u hora y media , por lo que no funcionaban las bombas que dan presión al agua.

Para estos casos disponemos de un sistema electro-generador, que actúa automáticamente en ausencia de red, para dar alimentación eléctrica a las bombas de agua a presión. Casualmente en esta ocasión no funcionó automáticamente (esto ocurre una vez de cada 40-100 veces según los datos de fiabilidad que a posteriori recabamos) y para estos casos, ya raros, existe la posibilidad de entrar en la sala del electro generador y ponerlo en acción manualmente. Pero ese día el encargado de turno, que es el que tenia la llave de la sala, estaba con gripe en su casa, (llegado a este punto ya no se efectuaban consideraciones sobre la probabilidad de coger la gripe), y enviamos a alguien a su domicilio a por la llave, a la vez que avisamos a los bomberos; para cuando nos hicimos con la llave ya estaban los bomberos intentando que el fuego no se propagara a otras parcelas colindantes pero la fábrica fue consumida totalmente por el fuego»:

En este tipo de accidentes, antes de pasar propiamente al análisis, se suelen hacer consideraciones acertadas de varios tipos, especialmente sobre las carencias de un plan adecuado de emergencias Pero en este caso las consideraciones previas insistían sobre la improbabilidad de que a un conato se le acumule (multiplique) la probabilidad de un corte de electricidad, y a este la de un fallo del grupo electrógeno, junto con el de no encontrar una llave ni poder abrir la sala de bombas, y conjuntamente la de la gripe del encargado de turno, etc., para poder concluir: «Pero, es que es seguro que una cosa así no se vuelve a repetir ni en mil años».

A todo esto, como curiosidad, había constancia de que éste era el segundo incendio completo de la mencionada fábrica.

Estas reflexiones derivadas del las estimaciones de probabilidades *a posteriori*, son muy conocidas, pero incorrectas. La Psicología de lo irracional las aborda con gran detalle.

En el siguiente capítulo se verá lo importante que para el control de las causas de los accidentes son los análisis de los mismos en los cuales se determinen de forma precisa sus causas y que estas no estén influenciadas por las percepciones personales erróneas sobre los accidentes y por los sesgos de atribución causal y otras deformaciones.

4. ANALISIS DE RIESGOS Y DE LAS CAUSAS DE LOS ACCIDENTES

El objetivo más importantes de la prevención es controlar las causas de los accidentes.

La forma de analizar las causas de los accidentes se pueden hacer de dos formas fundamentales:

1. **A través de las evaluaciones de los riesgos.**
2. **A través de los análisis de las causas de los accidentes.**

Prácticamente, todos los capítulos de este libro están dedicados a la evaluación objetiva, o al menos sistemática, para el control de los riesgos en las diferentes áreas y actividades. En resumen a la prevención como disciplina técnica.

Y este es el análisis preventivo por excelencia, ya que las causas antes de que provoquen accidentes constituyen los factores de riesgo que son analizables, al menos en relación con su conformidad o discon-

formidad respecto a una norma o disposición legal, y cuyo cumplimiento presupone un nivel de riesgo tolerable.

Pero la prevención, o mejor, las actitudes preventivas, dependen también de cómo se planteen los componentes subjetivos de los riesgos en el proceso de asumirlos o rechazarlos por parte de las personas expuestas a ellos, y que pueden dar lugar a comportamientos inadecuados, preventivamente hablando, tales como los excesos de confianza, las imprudencias, etc.

Estos últimos aspectos son los que se abordan en este apartado.

4.1. Las evaluaciones subjetivas de los riesgos y el principio de la realidad psicosociológica

El comportamiento humano, incluidas las actitudes hacia los riesgos, caen dentro del principio de la «realidad psicosociológica» que enunció Merton. «El comportamiento esperado de las personas no depende tanto de lo que objetivamente existe, sino de lo que éstas tomen por real o verdadero». Esto, que en principio parece una banalidad, por lo aparentemente obvio, va a tener importancia en este apartado.

La primera consecuencia es que la exposición al riesgo no va a depender solo del riesgo objetivo, sino fundamentalmente del riesgo percibido.

La exposición al riesgo de las personas va a depender tanto de los riesgos objetivos como de la evaluación subjetiva o interpretación que se haga de los mismos.

Por tanto, una persona puede exponerse a un riesgo elevado cuando se dé una o varias de estas condiciones:

- El riesgo (objetivo) sea alto.
- La evaluación subjetiva del riesgo sea baja.

} Riesgo percibido

- La tolerancia o motivación al riesgo sea elevada.
- La actitud preventiva sea baja.

El riesgo percibido depende de la magnitud del riesgo pasado por la corrección o interpretación subjetiva que efectúe el sujeto sobre dicho riesgo.

Por ejemplo las personas desinformadas, poco o mal informadas, introducen unas correcciones subjetivas de los riesgos tan a la baja (percepción de casi ausencia de riesgo), que cualquier riesgo se transforma, fácilmente, en un peligro (manifestación evidente de un riesgo o precursor manifiesto de un accidente).

Esta percepción común de las situaciones peligrosas (entre realidad y probabilidad), que podríamos llamar la «frontera de Wagensberg», es en la que, si se mantiene la situación, no se estima tanto el riesgo en cuanto probabilidad de que algo pueda suceder o no, ya que se da por hecho que se producirá, sino que lo que se estima es la probabilidad de que se produzca en un periodo más o menos corto.

Se trata de algo parecido a lo que sucede con los cálculos probabilísticos actuariales de los seguros de vida, que en absoluto nos calculan la probabilidad de si nos vamos a morir o no, sino la probabilidad de cuándo sucederá.

En este sentido, se podría decir que todos vivimos peligrosamente por necesidad o, más bien, por imperiosidad probabilística.

4.2. Sesgos de percepción en la valoración de los riesgos

Las principales «correcciones» que hacen las personas ante los riesgos es lo que se denomina sesgos en la percepción, o de la valoración de los riesgos, y estos son fundamentalmente:

1. *Sesgo de dimensión – probabilidad:* Los riesgos muy elevados tienden a estimarse como más probables, lo que lleva a:
   - Sobrestimar los sucesos de baja probabilidad, como por ejemplo, la probabilidad de un accidente nuclear: (posible efecto de halo o de generalización entre probabilidad del suceso y gravedad estimada de las consecuencias).
   - Subestimar los sucesos de alta probabilidad, como por ejemplo, el riesgo de cáncer en fumadores:(posible desensibilización al tratarse de un riesgo común y asumido personalmente).
2. *Sesgo de proximidad:* Sobrestimar los sucesos próximos (proximidad física o temporal, como los sucesos recientes o de conocidos) cuyos riesgos se sobreestiman, proximidad por reiteración como la publicidad, la familiaridad de las situaciones, etc.
3. *Sesgo del refuerzo:* Sobrestimar los sucesos favorables (por ejemplo, las imprudencias que no llevan a accidentes refuerzan la actitud insegura).Subestimar los sucesos adversos (por ejemplo, la cuota de accidentes tiende a ser considerada «pagada» o que la «pagarán» otros).

4. *Sesgo de expectativa de ganancia:* Se tiende a evitar los riesgos para garantizar ganancias (aplicable especialmente a las estrategias de los juegos de azar).
5. *Sesgo de expectativa de pérdida:* Se tiende a arriesgar para limitar pérdidas (por ejemplo, correr riesgos elevados para ocultar y corregir pequeños errores personales).

En algunos casos estos sesgos se compensan. Por ejemplo, para un médico, la proximidad de estar todo el día tratando enfermedades (que crea la tendencia a la sobreestimación del riesgo de las mismas), se puede compensar con la habituación o familiaridad que las mismas producen (tendencia a la subestimación del riesgo).

De estas tendencias o sesgos de base subjetiva, especialmente las dos últimas, se deriva un efecto llamado «la falacia del jugador»: «ante un suceso de probabilidad definida, la no aparición de premio hace crecer la probabilidad subjetiva del suceso deseado. Cuanto más tarda en aparecer el premio más propenso se está en creer que está próximo».

Sin embargo, cuando el suceso no es deseable, como es el caso de un accidente, la tendencia se invierte y podríamos hablar de la «falacia del exceso de confianza» o «falacia del trabajador sin accidentes»: Ante una situación habitual con un riesgo de probabilidad estable, la no ocurrencia del accidente hace disminuir la probabilidad subjetiva del riesgo. Cuanto más tiempo pasa sin accidentes, más inmunizado frente al riesgo se cree estar.

4.3. Teoría Homeostática del riesgo: Principio de la Compensación del Riesgo

Estos aspectos de riesgos objetivos, actitudes y tolerancia ante los riesgos percibidos, tienen una formulación que los relaciona a través de la Teoría Homeostática del riesgo «a veces, no hay nada mas práctico que unas buenas teorías» Kurt Lewin y Gerald J. S. Wilde. Dpto. de Psicología Queen's University Kinston, Ontario (Canadá) han demostrado relaciones entre ciertos riesgos, en particular las relacionadas con la seguridad vial y la conducción de automóviles, y ha llegado a formular que:

> «El riesgo percibido menos el esfuerzo preventivo es constante y equivale al riesgo asumido o tolerado».

A este fenómeno se le ha denominado Principio de la Compensación del Riesgo, dentro de la Teoría Homeostática del Riesgo.

El ejemplo más claro está en las mejoras técnicas y de seguridad de los automóviles y la red viaria, de modo que si estas mejoras son percibidas como tales por los conductores, en muchos casos se invierten solo en, por ejemplo, ir a más velocidad y la accidentabilidad puede mantenerse o incluso aumentar.

Esto significa que para aumentar el nivel de seguridad hay que invertir las mejoras tecnológicas u organizativas que se producen en conseguir que la sociedad y sus individuos deseen la seguridad como valor positivo, y no utilizar esas mejoras para someterse a un mayor nivel de riesgo.

La mejora de la seguridad real no se produce automáticamente sólo con el aumento de la seguridad técnica si no hay un cambio de actitudes y valores hacia la misma.

Por ello, Wilde concluye:

> «La única variable independiente del proceso circular en la generación de los accidentes es la cantidad de riesgo que la gente esta dispuesta a asumir»;

luego:

> «El arte de dirigir una efectiva seguridad es el arte de reducir la cantidad de riesgo que las personas están dispuestas a aceptar».

Por tanto la clave de este enfoque está en el riesgo aceptado, tanto en el plano individual como social.

4.4. La tolerancia al riesgo y los umbrales de riesgo aceptable

No existe una fórmula ni un procedimiento desarrollado para definir cuál debe ser el riesgo razonablemente aceptable o asumido, salvo la idea general de tener el mínimo posible.

Hasta la fecha no existen unos criterios con unos Riesgos Máximos Permisibles que sean aplicables a las cuestiones relacionadas con la seguridad laboral (accidentes de trabajo), si bien el futuro desarrollo del análisis de los riesgos posibilitará una definición de este tipo, del mismo modo que están establecidos en el campo de la evaluación de riesgos catastróficos o en la prevención de accidentes mayores, como el que se expone en la siguiente tabla:

Tabla 2. Valor admisible del error humano (operativo)

– **Acción rápida, situación compleja, riesgo grave: 100%** (Riesgo/hora o fallos/número de operaciones en salvamento graves: entre e^{-0} y e^{-1}). e significa exponencial en base 10
– **Acción en sala de control con mucha actividad, con otras alarmas conectadas: 10%** (Riesgo/hora o fallos/número de operaciones en bomberos, entrenamietos: entre e^{-2} y e^{-3})
– **Acción en sala de control tranquila: 1%** Riesgo/hora o fallos/número de operaciones resolución de incidentes normal entre e^{-3} y e^{-4})
– **Acción en sala ergonómicamente diseñada: 0,1%** (Ambiente, dispositivos de señalización, alarma y control) (riesgo/ hora o fallos / número de operaciones en trabajo normal: entre e^{-5} y e^{-6})

De forma individual , como se ha indicado el nivel de riesgo aceptado depende de varios factores, entre los cuales está el nivel de riesgo objetivo, o probabilidad objetiva, la percepción del riesgo, la tolerancia al riesgo y la actitud preventiva.

En el contexto de un colectivo, la tolerancia o aceptabilidad a los riesgos, depende de otros aspectos, tales como la magnitud de la exposición a otros riesgos o el que sean o no voluntariamente elegidos.

El estudio de las reacciones sociales ante los riesgos es complejo, pero se pueden constatar algunas actitudes generales al respecto:

A) **Existen niveles de aceptación de los riesgos** tanto a nivel absoluto como relativo: No se producen las mismas reacciones ante las catástrofes naturales que las que provocan las personas, pero a partir de ciertos daños o muertes saltan en todos los casos las señales de alarma social.

En términos absolutos se aceptan fácilmente los riesgos del orden de 10^{-7} (una muerte por cada 10.000.000 de personas al año).

Para los desastres naturales estos niveles suelen ser del orden 10^{-6}.

B) **Se aceptan más fácilmente los riesgos voluntarios** que los impuestos: menor riesgo percibido, al haber mayor sentimiento de control e invulnerabilidad, etc.

C) En términos relativos **se aceptan más fácilmente nuevos riesgos no predominantes**, si no sobresalen del nivel de los principales a los que se percibe que se está expuesto.

Por ejemplo, si una persona para ir al trabajo se expone a elevados riesgos de carretera (largos recorridos, trazados deficientes, etc.), pueden tener una baja actitud preventiva en la empresa, si los riesgos en ésta considera que son comparativamente insignificantes.

Esta puede ser la razón de que, por ejemplo, a muchos trabajadores de actividades de alto riesgo, a las advertencias del riesgo de contraer en la vejez cáncer de pulmón por fumar, no le den tanta importancia..

D) Por el contrario, **toda ganancia o mejora en la exigencia de seguridad en un aspecto repercute positivamente en la tolerancia al resto de los otros riesgos** a los que se está expuestos (efecto «halo»). Reducir los riesgos en el trabajo hace emerger los riesgos extralaborales y viceversa; reforzándose mutuamente las actitudes preventivas.

E) Socialmente, **la tolerancia al riesgo varía según la acumulación de víctimas**: 100 víctimas/año en un solo accidente se considera más grave que 100 víctimas/año repartidos en 100 accidentes. (Este es otro obstáculo de la percepción social de los riesgos laborales: El goteo de los accidentes y el tratamiento informativo que normalmente se le da inmuniza la sensibilidad preventiva..

Por su parte, Stoll ha analizado las diferentes expectativas que se producen sobre el control de los riesgos y que se resumen en el Tabla 3.

Del análisis de todas estas expectativas sociales y de las estrategias aplicadas a los riesgos laborales cabría deducir que parecen existir dos ideas dominantes sobre la prevención de los accidentes de trabajo:

- Accidentes mayores de trabajo, caracterizados por una gravedad elevada y una probabilidad baja, del orden de 1/10.000 por año o inferior. Por ejemplo accidentes mortales y grandes incapacidades.
- Accidentes menores de trabajo, caracterizados por una gravedad baja, accidentes sin secuelas y una probabilidad de ocurrencia elevada, del orden de 1/100 por año o superior.

Respecto a las estrategias preventiva es evidente que las actitudes sociales referidas por Stoll son observables en el mundo laboral. Los trabajadores y sus representantes consideran que los accidentes, deben ser prevenidos desde un marco tecno-institucional: normas, inspecciones, mejora tecnológica, calidad productiva y de las condiciones de trabajo, etc. Están refiriéndose principalmente a los accidentes graves.

Por su lado, las empresas enfatizan que la prevención de los accidentes debe apoyarse fundamentalmente en el control de los factores

Tabla 3

Magnitud del riesgo	Ejemplos	Actitud
Probabilidad de muerte 1/100 millones por año	*Caída de meteoritos (*)*	El riesgo no se percibe conscientemente
Probabilidad de muerte del orden de 1/1.000.000 por año	*Caída de rayos. Intoxicación con setas*	Se reprime la percepción del riesgo, más que reducirlo. Prevención mediante pautas culturales locales
Probabilidad de muerte del orden de 1/10.000 por año	*Incendios, circulación, atracos, etc.*	Exigencia de protección organizada (bomberos, policía, institutos de prevención, etc.)
Probabilidad de muerte del orden de 1/100 por año	*Enfermedades comunes en personas mayores*	Se asume la prevención como cuestión individual (estilo de vida, etc.)

(*) En los años 90 la NASA potenció el estudio sobre los riesgos de impacto catastrófico a nivel planetario de los asteroides. De hecho el riesgo estimado de muerte por este concepto es mayor que el accidente aéreo.

individuales, como una mejor disposición y mentalización personal hacia la seguridad, prudencia y atención, etc., porque están principalmente pensando en los accidentes de «cada día».

Por último se aceptan mejor los riesgos que tienen claros beneficios o en lo que el balance «beneficio/coste preventivo» sea alto. Los beneficios de ciertos riesgos pueden ser de muy diferente naturaleza, como se verá en el apartado siguiente.

4.5. Las actitudes preventivas y las «ganancias secundarias de los riesgos»

Como se está viendo el principal regulador del riesgo aceptado finalmente, o que se asume voluntariamente, depende del riesgo percibido, pero especialmente de la actitud preventiva.

(En el mundo laboral la voluntariedad de aceptar los riesgos está muy matizada por las obligaciones de cumplir las normas de seguridad).

Los riesgos y los accidentes tiene una psicoeconomía, aun muy poco desarrollada, pero sobre los que se puede analizar los «costes de oportunidad» o las «ganancias secundarias», en resumen «el balance psicológico» del riesgo.

Estas ganancias, o beneficios psicológicos, que puede proporcionar la exposición a los riesgos, son muy fuertes, para muchas personas, y van más allá de un metafórico «gusto por el riesgo» y están condicionados por diversos rasgos de la personalidad tales como:

La búsqueda de emociones singulares y la adicción al estrés resultante: aparte de los aspectos relacionados con rasgos de personalidad, que se apuntan a continuación, está la bioquímica del estrés y las estrategias de afrontamiento (coping) que informan del importante papel del estrés resultante de la exposición al riesgo y, que puede tener un carácter autoalimentado como toda dependencia psicoquímica que va desde la adicción, la habituación, la dependencia, hasta el síndrome de abstinencia, con todo la bioquímica endógena que genera el estrés.

El conocimiento de los propios límites: por ejemplo ponerse a prueba.

La notoriedad y búsqueda de atención: por ejemplo, necesidad de demostrar y de ser reconocido.

El estatus del trabajo peligroso: por ejemplo, algunos trabajos proveen un estatus elevado debido fundamentalmente a los riesgos que suponen, y no es fácil encontrar personas dispuestas a asumirlos.

El rechazo a las normas y a la autoridad: las normas de seguridad, especialmente las que afectan a riesgos personales, como los equipos de protección individual, son un medio apropiado de expresión para las conductas resistentes hacia los mandos, las jerarquías, las instituciones...

Los atajos y destajos laborales: por ejemplo, pequeños ahorros de tiempo, de gastos o de esfuerzo pueden provocar riesgos elevados.

Estos aspectos pueden hacer que la actitud preventiva sea baja, y que además, pueda estar influida por aspectos tan complejos como la ilusión de invulnerabilidad física.

Es muy conocida la ilusión de invulnerabilidad cognitiva: sensación de seguridad de que, se presenten como se presente las situaciones, siempre se tendrá razón, o argumentos irrebatibles.

Con las actitudes preventivas es destacable en algunas ocasiones la ilusión de vulnerabilidad física: sensación de confianza o de seguridad de que, se presenten como se presentan los riesgos y los peligros, siempre se va a salir indemne de cualquier situación.

4.6. Las «ganancias secundarias» de los accidentes

Además de los «beneficios» de exponerse o gustar de los riesgos, cuando se producen accidentes se pueden también producir actitudes gananciales. En el fondo las actitudes gananciales no son otra cosa que buscar el lado positivo de las situaciones sobrevenidas, el «no hay mal que por bien no venga», o «lo bueno de lo malo» según Paul Watzlawick.

Las ganancias secundarias de los accidentes, también conocidas como «sinestrosis», se refieren a las posibles ventajas o beneficios derivados de tener un accidentes normalmente leve.

Este es un campo de estudio muy desarrollado en el mundo del seguro en relación con el pago de indemnizaciones, pero poco estudiado en otras áreas, como por ejemplo el laboral.

En este medio, los principales beneficios observados se pueden resumir en algunos de los siguientes puntos:

- Cambio de actividad.
- Retirada temporal del trabajo..
- Importancia/peligrosidad del trabajo.
- Refuerzo de actitudes inmaduras.
- Personalización: emergencia grupal.

Cuando las condiciones de trabajo están mal establecidas y se caracterizan por el predominio de: monotonía, falta de contenido,despersonalización, etc., puede manifestar sus síntomas en la organización, en forma de accidentes leves, enfermedades psicosomáticas, absentismo, etc.; todos ellos se pueden considerar efectos relacionados con las frustraciones profesionales.

Estos aspectos son bastante conocidos, pero su dificultad estriba en valorar su peso en las políticas y actitudes preventivas y su repercusión en los índices de accidentabilidad.

4.7. Sesgos de atribución de las causas de los accidentes

El análisis de las causas de los accidentes es la parte complementaria y fundamental de las evaluaciones de los riesgos, tanto objetivas como subjetivas, para una labor preventiva eficaz.

En un capítulo posterior se expone una metodología relevante de análisis como es «El Árbol de causas».

Sus principales características son:

- Nació en el marco del análisis sistémico de la empresa.
- Considera un accidente como síntoma de disfuncionalidad del sistema o de algunos de sus subsistemas.
- Su objetivo es determinar las causas principales de los accidentes.
- Se buscan causas y no responsables.
- Analiza hechos reales. Solo acepta hechos probados. Evita los juicios de valor.
- Diagnostica CAUSAS-EFECTOS.
- Jerarquiza la importancia de las causas.
- Representa gráficamente la concatenación de causas que determinaron el accidente (bifurcaciones, disyunciones, etc.).
- Se apoya en la noción de «variación o anomalía».
- Propone medidas correctoras.

Llevar a cabo estos objetivos, tales como analizar para «encontrar causas y no responsables», o «analizar hechos reales, aceptar solo hechos probados y evitar los juicios de valor» no va ser fácil si no se libera cada analista de sus propios sesgos subjetivos de atribución causal, distintos de los sesgos de percepción o valoración subjetiva de los riesgos.

Se han seleccionado una serie de conocidos fenómenos psicológicos que pueden influir en las valoraciones preventivas y, especialmente, a la hora de atribuir e interpretar las causas de los accidentes, tales como:

A) La disonancia cognitiva:

  A-1) Las descripciones como explicaciones.
  A-2) Las correlaciones causales ilusorias.
  A-3) Las predicciones del pasado (Hind-Sight-Bias).

B) Las hipótesis auto cumplidas (Self-Fulfilling prophecies).
C) El error fundamental de atribución.

A) La disonancia cognitiva

La teoría de la disonancia cognitiva definida por Festinger, es uno de los instrumentos más potentes para explicar muchos aspectos de la conducta humana, especialmente los relacionados con las decisiones y las contradicciones que se producen entre creencias, actitudes y conductas.

La disonancia cognitiva trata sobre la tensión percibida cuando dos creencias, o una creencia y una conducta, no concuerdan entre sí. Trata sobre el porqué de nuestros comportamientos en relación con nuestras contradicciones.

Explica por ejemplo, como, si no podemos hacer lo que creemos, tendemos a creer en lo que hacemos. Este fenómeno está íntimamente relacionado con la Ley del cierre gestáltica o la tendencia a percibir las situaciones de forma cerrada, completas, en unidades globales y coherentes, que planteen los mínimos conflictos cognitivos.

Este principio de cierre o reducción de la disonancia cognitiva explica cómo a veces, antes de dejar una situación compleja sin explicar, tendemos a adoptar sin crítica explicaciones que sabemos que son muy poco verosímiles, pero que nos cierran al menos momentáneamente la explicación sobre la situación. Desde el punto de vista psicológico la peor situación no es tanto la explicación increíble como la pregunta sin respuesta, la situación sin ninguna explicación.

En el campo de la prevención, y especialmente en los análisis de accidentes, la presión externa o profesional para encontrar las causas de los accidentes, junto con la tensión interna derivada de evitar las situaciones abiertas y las ideas tópicas conducen a apuntar causas que no explican mucho; que como mucho describen o presupone, como por ejemplo, las prisas, las distracciones, las imprudencias, las negligencias, etc.

Estas causas describen algunas de las condiciones previas, y se podrían incluir, entre las premisas, más o menos probadas, para un verdadero análisis.

Por ejemplo, ante el socorrido caso de las distracciones como causas de los accidentes en las tareas muy monótonas, cuando se analiza la carga mental de estos trabajos repetitivos y aburridos, se comprueba que las exigencias sensoriales y cognitivas no llegan a, lo que el profesor Cazamian denomina, la «actividad cortical espontánea de la persona despierta», esa actividad mínima que empleamos cuando no estamos solicitados por ninguna actividad mental, es lo que hace que en

estas circunstancias se tienda a llenar la escasa actividad mental y sensorial que exige la tarea con elaboraciones propias: recuerdos, ensoñaciones, proyectos, etc.

Esto es, en algunas tareas monótonas las distracciones son las defensas normales para no quedarse dormido, por lo que las alternativas son, o nos encontramos con personas distraídas o con personas dormidas.

Por otro lado, en castellano. el termino distracción, también remite a lo contrario, y se utiliza cuando una situación externa (ruidos, conversaciones ajenas, etc.) nos interfieren y distraen hasta el punto de que es imposible atender a la vez diversas demandas sensoriales.

Por tanto las distracciones, la falta de atención y todos los factores personales de la accidentabilidad tienen sus trasfondos y eso es precisamente lo que hay que analizar, especialmente, cuándo las condiciones plantean riesgos.

Este problema nos lleva a un aspecto más concreto como el siguiente punto.

A-1) *Las descripciones como explicaciones*

En muchas situaciones se dan como causas lo que no son más que evidencias, como por ejemplo cuando se indica que la causa de un fallecimiento fue un fallo cardiaco, lo que no es más que una constatación necesaria en todos los fallecimientos (legales), quedando por explicar el porqué del propio fallo cardíaco (cardiopatía, shock, traumatismo, intoxicación, anoxia prolongada, colapso térmico o cualquier otro factor que pueda provocar el fallo cardíaco).

En el campo preventivo laboral y especialmente en algunos accidentes, que aun siendo graves no transcienden significativamente fuera del ámbito de la empresa, se observa cotidianamente cómo se dan como causas de los mismos: la rotura de un cable, la caída de un andamio, caída de la persona por un hueco (desprotegido), que explotó un recipiente, etc.

Todas estas «causas» son únicamente circunstancias más o menos constatables en una inicial inspección, y deberían desaparecer del catálogo de causas y quedarse en lo que son: aspectos concomitantes de los accidentes que son precisamente los que hay que analizar.

A-2) *Las correlaciones causales ilusorias*

Las correlaciones causales ilusorias están muy relacionadas con la necesidad de reducir la disonancia cognitiva, y en muchas ocasiones consisten en establecer relaciones causales que no se producen en la realidad o éstas son mucho más débiles, o son verdaderos disparates, como por ejemplo, dar algún valor preventivo a la información de que «el 85% de los supervivientes de los accidentes aéreos se habían leído las instrucciones de seguridad» sin tener la mínima información de cuantos de los fallecidos se las habían leído también.

Por ejemplo, en una empresa que lleva años con pocos accidentes es más probable que en los años sucesivos tengan un incremento significativo.

En estos casos la ley de tendencia a la media y la distribución de Poisson puede influir en mucha mayor medida que lo que se considera comúnmente.

A falta de un análisis estadístico riguroso se pueden atribuir los dientes de sierra estadísticos, bien a las actuaciones o, a la falta de actuaciones preventivas, cuando sólo son los efectos fluctuantes de la tendencia estadística hacia el promedio, pero que nosotros lo tenderemos a atribuir a situaciones concretas.

Este tipo de actitud sesgada se produce, a veces, tanto por una falta de profundización en los análisis, como por la aceptación de estereotipos sobre determinados tipos de accidentes.

A-3) *Las predicaciones del pasado o retrospectivas (HIND-SIGHT BIAS)*

Pocos profesionales como los prevencionistas se encuentran con tantas personas que después de los accidentes, tienen clarísimo que eso se veía venir, «eso yo ya lo había dicho», o que, «era lógico que pasara alguna vez», etc.

Una vez ocurrido un suceso, todo aparentemente encaja, pero el que antecedentes y consecuentes encajen nada tiene que ver con un correcto análisis de los accidentes.

Esta tendencia muy común, únicamente explica las necesidades de reducir la disonancia cognitiva y la ilusión de control: esto es, percibir que los sucesos complejos e incontrolados son más controlables de lo que son.

A estas mismas personas cuando se les pide que expresen todo lo que ven venir sobre accidentes no ocurridos, es probable que aporten muy poco al acerbo preventivo de la situación, o quizá sean los mismos que «mejor ven venir los problemas de las medidas preventivas» que se proponen.

Un análisis de los accidentes debe explicar lo sucedido, pero especialmente los elementos estructurales, (físicos y organizativos) que fallaron o no existían, para que el accidente se hubiera evitado. Frases como «claro, metió la mano y le pilló la máquina», no explican casi nada, y menos en el plano preventivo. Lo que hay que aclarar es porqué no había un elemento que impidiera meter la mano, o porqué no se había analizado la situación y no se había reducido el riesgo.

B) Las hipótesis autocumplidas (Self-Fulfilling-Prophecies)

Los pronósticos, las hipótesis, o las profecías autocumplidas son uno de los conceptos más sugerentes de la Psicología social.

Las hipótesis autocumplidas indican que las expectativas que las personas tienen sobre lo que va a suceder, producen modificaciones en la conducta que tienden a confirmarlas.

El que una persona diga «antes de una hora va a llover», no modifica en absoluto la probabilidad de que llueva, pero si esa misma persona está arreglando una avería y dice «creo que esto puede quedar bien arreglado», es más probable que acierte y que el hecho de que crea en la solución modifique las probabilidades de que pueda llevarlo a cabo.

Este fenómeno está en la base de los resultados sobre expectativas y motivaciones, e influye a niveles muy complejos e incluso inconscientes.

Por ejemplo, en el efecto placebo (una constatación, que no explicación, sobre como ciertas reacciones a sustancias inactivas, son similares a las producidas por las terapéuticamente activas), las expectativas de ser curado influyen sobre los procesos bioquímicos, hasta el punto de superponerse a veces a los mecanismos farmacológicos.

Evidentemente en el campo de la seguridad donde se trabaje con riesgos y expectativas, las hipótesis que se hagan sobre la eficacia y posibilidades de la prevención son determinantes.

Una empresa o un colectivo que parte del presupuesto u orientación de «aquí no se puede hacer nada en prevención» o «los riesgos y los accidentes no se pueden evitar», está sentando las bases para que

en realidad no se haga nada preventivamente hablando y «el tiempo les dé la razón»; pues consecuentemente seguirán teniendo accidentes. Su único consuelo es que, según ellos, su pronósticos son acertados.

Hoy día, se sabe que el hacer hipótesis positivas y realistas influye en los resultados de las gestiones de las empresas, como lo saben los integrantes de un equipo que salen al campo pronosticando: ¡vamos a ganar!

C) El error fundamental de atribución

Las principales causas de los accidentes se suelen atribuir a un error humano o fallo técnico, pero el «error humano» constituye el mayor recurso explicativo de los accidentes, especialmente, de los malos análisis de accidentes.

Como se indica, el error o fallo humano es la principal y más recurrente atribución de causas de los accidentes, pero todavía no se ha indicado que esta atribución cae de lleno en lo que se denomina **«el error fundamental de atribución».**

La teoría de la atribución, desarrollada por Heider (1980), examina la forma sobre cómo las personas explicamos la conducta humana, bien atribuyéndola a disposiciones internas (rasgos de personalidad, motivos, actitudes) bien a circunstancias externas o ambientales.

De los estudios y experimentos realizados se ha podido comprobar una especie de error general que, en mayor o menor medida, cometemos todas las personas, y se ha denominado error fundamental de atribución.

El error fundamental de atribución es la tendencia a subestimar la influencia de las situaciones y a sobrestimar la influencia disposicional cuando se analiza la conducta ajena.

Eso significa en la práctica que, si preguntamos qué sucedió a una persona que tuvo un accidente conduciendo un vehículo, es muy probable que nos dé todo lujo de detalles sobre cómo se le echó encima el otro vehículo, o lo deslumbro totalmente, o la mala señalización, o cómo el coche le hizo un extraño al girar o cómo al frenar el coche no respondió debido al estado de la carretera, etc. Sin embargo, si preguntamos a los testigos del mismo accidente, y no digamos al contrario, lo más probable es que nos relate, cómo el conductor iba distraído o conduciendo temerariamente, o dormido o cualquier otra condición personal.

Aplicado a la prevención laboral se podría indicar que el error fundamental de atribución tiende a reforzar el papel de observador o del técnico analista, lo que le puede predisponer a considerar más influyentes los factores personales (errores humanos o fallos operativos), que los factores situacionales (fallos técnicos o no operativos).

Este sesgo es especialmente comprobable en muchos análisis técnicos, pero cuando el observador o analista no sólo no es neutral a la empresa, sino que resulta ser el propio jefe o patrón del accidentado, la tendencia a percibir sólo la conducta humana como determinante de los acontecimientos, es a veces muy exagerada.

En la mayoría de los casos, éste no es un sesgo deliberado e interesado, sino que forma parte de la manera de percibir la realidad; y puede que sea inevitable, pero se debe conocer y considerar en los análisis de accidentes para poderlo reducir y compensar.

Como hemos visto, esta tendencia a la sobre atribución a los errores humanos está en la base del error fundamental de atribución, por lo que hay que tener siempre en cuenta que el error humano como causa de los accidentes tiende a distorsionar cualquier sistema preventivo,

Es por ello que se han resumido las principales consideraciones sobre el error humano, al objeto de recordar el valor que debe dársele como causa de los accidentes:

VALOR TAXONÓMICO: Escaso, induce a muchas confusiones entre los errores operativos o personales y los no personales; entre errores e infracciones, etc.

En un sistema técnico, máquina o equipo, existen varias fases de donde pude partir un fallo: en el proyecto, el diseño, la construcción, la puesta a punto, el mantenimiento o la propia operación, por lo que, en última instancia todos se pueden considerar errores humanos.

Tanto los fallos como los errores, todos son y deben ser, reductibles a comportamientos humanos, incluido el comportamiento tecnológico.

«El error siempre es humano, pero nunca solamente humano». Jacques Leplat.

VALOR DESCRIPTIVO: Escaso, entre obvio y trivial

En «tiempo real» los errores no existen. Se puede hablar de errores o de fallos en la medida en que forman parte de la conducta no esperada, no deseada, o imprevista de un sistema.

Hay errores *a posteriori* porque hay planteamientos apriorísticos o expectativas prospectivas, como el que las cosas salgan de una determinada manera y no de otras.

El fallo o error no está fuera, si no que resulta de la tensión cognitiva entre los modelos, los esquemas o los planes de comportamiento y el desarrollo posterior real.

¿Por qué se sabe que ha habido un error? Porque algo ha salido mal.

VALOR PREDICTIVO: Muy escaso, suele ser tautológico

Derivada de la anterior, hay una tendencia a valorar una acción si sale bien la llamamos acierto y si sale mal, fallo o error. Ver los sesgos de atribución causal

«El conocimiento y el error parten de los mismos recursos mentales, solo por el éxito o el fracaso se diferencian uno del otro» Ernest Mach (1905)

VALOR PREVENTIVO: Mínimo.

Analistas como PERROW han indicado respecto a la fiabilidad humana que:

1. La insistencia sobre el error humano es sospechosa de enmascarar el resto de los factores de riesgo de la seguridad (hay accidentes normales dada la estructura del sistema; lo anormal sería que no se produjeran accidentes dadas ciertas condiciones de trabajo).
2. El hombre sigue teniendo una elevada fiabilidad pese a los errores y es el más fiable en situaciones complejas.
3. El error puede ser una disfuncionalidad entre las características de la situación y los límites cognitivos de las personas.
4. Muchos errores son tentativas de corrección y regulaciones fallidas, pero bien orientadas.
5. Hay que convivir y contar con los errores y son unos elementos valiosos de aportación y experiencia (son unos subproductos, a veces inevitables, del aprendizaje).

«Decir que los accidentes son debidos a errores o fallos humanos no es tanto falso como inútil, ya que no conduce a ninguna acción constructiva» Trevor Kletz.

VALOR JUSTIFICATIVO (Inculpativo/Exculpativo): Máximo

Históricamente ha sido el ámbito de la búsqueda de responsabilidades el factor más distorsionante del análisis técnico de las causas de los accidentes con valor preventivo

«Cuanto más alta es la posición jerárquica de una persona, mayor es su tendencia a considerar que los accidentes se deben a una imprudencia humana.» J.M. Faverge

Jorge Herrero Tejedo, caracteriza al ERROR HUMANO y la IMPRUDENCIA PROFESIONAL de «Previsibles jurídicos», en el marco actual de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, ya que se trata de una ley que emplea una fórmula jurídica eminentemente preventiva frente al error del trabajador. Por lo que desde un enfoque jurídico, lo ya definido técnicamente, se puede reformular y concretar en los siguientes puntos:

A) El error del trabajador no es la causa fundamental de los accidentes.
B) El error del trabajador no excluye las obligaciones del trabajador y el principio de protección objetiva.
C) El error del trabajador no excluye la prevención.
D) El error del trabajador no excluye la responsabilidad del empresario.

Ley de Prevención de Riesgos Laborales LPRRLL, propone este planteamiento cuando indica que:

3. La efectividad de las medidas preventivas deberá prever las distracciones o imprudencias no temerarias que pudiera cometer el trabajador. (Art. 15: Principios de la acción preventiva)

Por tanto **la efectividad de las medidas preventivas**, es muy baja cuando se piensa solo en el error humano como causa y por tanto como acción a corregir.

Esto no quiere decir que las exigencias de responsabilidad personal queden al margen de cualquier planteamiento técnico preventivo, sino que aparte de esto el prevencionista debe pensar en qué medidas alternativas deben tomarse para cuando este ejercicio responsable no se dé.

Por ejemplo en el siguiente cuadro se exponen, los que para Jenkins son los indicadores de personalidad significativos de riesgo automovilístico:

INDICADORES DE PERSONALIDAD DEL RIESGO AUTOMOVILÍSTICO (Jenkins):

- CAPACIDAD DE CONCENTRACIÓN LIMITADA O ATENCIÓN DISMINUIDA
- DEFICIENTE VALORACIÓN DE LOS RIESGOS
- SENTIMIENTOS DE INDEPENDENCIA SOCIAL
- FALTA DE SENSIBILIDAD FRENTE AL PRÓJIMO
- IRRACIONALIDAD E INSENSIBILIDAD ANTE EL DOLOR PROPIO
- EXAGERADA CONFIANZA EN SI MISMO
- ACTITUDES SOCIALES POCO INTEGRADAS

Lo que se propone es clasificar, y no solo jerarquizar, las causas de los accidentes, que como se ha visto no se reducen a una sola imprudencia, o a un error humano, o a un fallo técnico, en relación con los siguientes factores:

Las causas controlables de los accidentes

«La mayoría de las causas que subyacen a una emergencia se encontraban en el sistema mucho antes de que los errores operativos fueran constatados». James Reason (Dpto. Psicología. Universidad de Manchester).

En Prevención las causas más importantes, no van a ser las causas más evidentes, o las más inmediatas, como el error humano, sino las que sean más «controlables», y esta posibilidad de control depende fundamentalmente del grado que tengan las causas halladas de:

- MEDIATEZ: Tener tiempo para introducir medidas correctoras
- EXTERNALIDAD: Detectables y objetivables que permitan fácilmente intervenir
- ESTABILIDAD: Que formen parte permanente del sistema
- VIABILIDAD: Técnico y económica.

Cualquier causa que sea inmediata, interna e inestable, «un pleno al tres», como el error humano debe ser rechazada como causa para la prevención de los accidentes.

Cualquier análisis de las causas de los accidentes no debería concluir hasta que al menos no se haya podido llegar a varios factores «controlables» , esto es, mediatos, externos, estables y viables.

En resumen, quien considere que los **errores humanos** son las **causas** de los accidentes, debe plantearse entonces que la Prevención solo puede ser el **control de las causas de las causas.**

4.9. El valor positivo de los errores

El que haya que rechazar los errores humanos como causas de los accidentes no significa que el análisis de los errores no tenga interés.

Técnicamente, el análisis de los errores humanos tiene un gran valor preventivo, si se les libera de la búsqueda de responsabilidades y se evitan todos los sesgos e interferencias analizadas.

Ya se ha visto que el error admisible para tareas de salvamento en situaciones complejas, o el riesgo de fallo, es muy alto, por lo que el riesgo a considerar es el 100%, esto es, se debe contar con el fallo seguro, o lo que es lo mismo, se debe prever alternativas de control frente al fallo con dobles o tripes sistemas de seguridad alternativos.

Este lado positivo de los errores y su relación con los accidentes debe ser aprovechado dentro de lo que algunos analistas, como Veronique de Keyser, denominan gestión de errores, y que permite entre otros aspectos:

- Definir el riesgo aceptable.
- Detectar deficiencias y limitaciones de los sistemas (personas y tecnología).
- Limitar riesgos mayores.
- Mejorar la formación.
- Diseñar ayudas más inteligentes.
- Inventariar los errores.
- Traducir cuantitativamente la fiabilidad humana.

Por todo lo indicado, la Seguridad debe plantearse desde esa triple perspectiva:

1. Los errores existen y es impensable su eliminación total.
2. La seguridad debe hacer menos probable la aparición de errores
3. La seguridad debe, sobre todo, disminuir las consecuencias de los errores. Debe partir del derecho de las personas a equivocarse sin tener accidentes

Por tanto,

a) La seguridad no una técnica sobre la eliminación de los errores, sino una tecnología para conocer, reducir y prevenir las consecuencias de los errores y los fallos producidos, pero contando con ellos.

b) Los sistemas seguros no son los que no fallan, sino los que aun fallando no provocan accidentes. Los sistemas más seguros no son tanto los resistentes a fallos, como los resistentes a las consecuencias de los fallos.

5. BASES PARA EL CONTROL DE LOS RIESGOS

5.1. Hacia una visión sistémica de la prevención

El cambio de paradigma más importante en el pasado siglo, y que ha afectado a todas las ciencias y tecnologías, ha sido la interpretación y representación de la realidad en términos de «sistema«.

Ludwig von Bertalanffy (1901-1972) formuló y desarrolló la «Teoría General de Sistemas».

Hoy día conceptos como circularidad, recursividad, autoalimentacion, sinergia, homeostasis, etc. son familiares, pero casi todos han derivado de un reciente planteamiento sistémico.

La noción de sistema no es sencillo y la cantidad de formas diferentes de enunciar sus principios es enorme. La forma más fácil de hacerlo inteligible es a través de sus propiedades. Así, una célula, una persona, una empresa o nuestra galaxia son sistemas porque comparten algunas de las propiedades de los sistemas, empezando por la aparentemente más sencilla.

INIDENTIDAD: *«Todo sistema es un subsistema de un sistema mayor»*. (J. C. Sperandio).

Un sistema también participa de las propiedades de:

INADITIVIDAD: Un sistema no es una mera suma o agregación de partes.

INDIVISIBILIDAD: La división de un sistema en componentes es más conceptual que real.

INTERACCION, RECURSIVIDAD, SINERGIA: Efectos relacionados con el *Feedback*, retroacción o retroalimentación de acciones.

INCERTIDUMBRE: Un sistema al analizarlo se modifica

HOMOLOGÍA: Semejanzas más allá de las formas o los isomorfismos

EQUIFINALIDAD, «TELEOS»: Los sistemas «tienden a algo» definible.

PROPIEDADES EMERGENTES: Toda la información es insuficiente para predecir la evolución total del sistema.

FACTORES LIMITANTES: Esta propiedad es una de las que permiten las predicciones más fiables de los sistemas.

El máximo trabajo que una máquina puede desarrollar viene limitado por cantidad de energía consumida; el máximo crecimiento de una población viene determinado por la disponibilidad de agua, junto con el índice de la biomasa vegetal o la presión de los depredadores.

Las leyes científicas como sistemas de conocimientos no son más que enunciados de las restricciones, obligaciones y limitaciones de los sistemas físicos, biológicos y sociales que estudian.

El tener una visión sistémica de una empresa va hacer más comprensible todo lo que sucede en ella, incluyendo su gestión de la prevención.

Así el comportamiento de un sistema de prevención en una empresa va a depender del tipo de sistema que constituye la empresa y el comportamiento de ésta y de las relaciones que mantiene con el sistema social que la contiene.

En este caso se podría anunciar que la calidad y el alcance de un programa preventivo establecido en un momento dado viene limitada por la calidad y alcance del programa productivo donde se integra.

Pero en un sistema preventivo también se pueden inducir dinámicas de modo que se aprovechen constatar las sinergias con otros programas como la calidad, la eficiencia y otros valores en la empresa.

Desde estas dinámicas la seguridad no se opone a la mejora de la productividad y de la calidad, sino que la acompaña. En este caso, productividad y calidad de las condiciones de trabajo no son aspectos antagónicos sino concurrentes y convergentes .

5.2. La Prevención proactiva Vs Prevención reactiva

En la prevención de accidentes clásica, la seguridad se plantea la más de las veces como algo encaminado a evitar accidentes, lo que la convierte es una de las actividades más abstractas (prevenir) sobre los sucesos más dramáticamente reales (accidentes).

El principal problema es que en la realidad no existen los «no sucesos» y la acción de evitar es demasiado conceptual y por tanto el procedimiento para que «no sucedan cosas», se vuelve intangible y virtual.

Todo cuanto sucede es afirmativo, en cuanto existente, sea positivo o negativo. Equivocarse, romperse, desplomarse y bloquearse o inhibirse, todo son acciones o sucesos en «positivo» es decir, reales.

La prevención no puede tratar directamente de que no sucedan cosas. La prevención debe definir y tratar de que se produzcan acciones o actuaciones, que dentro de los sistemas de trabajo, sean lo más incompatibles con los sucesos que queremos evitar, en este caso los accidentes.

La seguridad se tiende a percibir como actividad «reactiva» (evitar ciertas situaciones o comportamientos), cuando en realidad debe tender a ser «proactiva» (seleccionar y desarrollar ciertas situaciones o comportamientos):

- **Definición preventiva pasiva o reactiva:** Prevenir es procurar que no sucedan accidentes.
- **Definición preventiva activa o proactiva:** Prevenir consiste en definir las conductas y actuaciones del sistema de trabajo: personas, organización y tecnología, lo más incompatibles con los accidentes.

La prevención tiene actualmente en la Ergonomía un apoyo muy importante para construir una prevención proactiva que además pueda lograr sinergias con otros objetivos como la calidad y las eficiencias de los desempeños laborales.

La Ergonomía es una tecnología de ajuste global de las necesidades de las personas con las exigencias de trabajo, y debe satisfacer la necesidad más básica de las personas que es el garantizar la seguridad física.

La Ergonomía incluye y asume la seguridad como uno de los objetivos básicos; una ergonomía que hiciera las máquinas o los procedimientos más inseguros y peligrosos, podría ser cualquier cosa menos ergonómicos.

Así pues la Ergonomía no pretende sustituir a la seguridad sino integrarla, del mismo modo que la Seguridad no sustituye a la ergonomía, pero cada vez más debe incluirla en sus planteamientos.

Numerosas disposiciones normativas y legales contemplan estas aspectos, como en:

- **El RD 1215/1997 y Guía técnica** para la evaluación y prevención de los riesgos relativos a la utilización de los **Equipos de trabajo.**

- **UNE-EN 894-1 y 2. Seguridad en las máquinas: Requisitos ergonómicos para el diseño de los dispositivos de información, mandos y órganos de accionamiento.**

El enfoque de estas y otras normativas trata sobre los requisitos ergonómicos para el sistema de seguridad centrados en el ser humano, incluyendo sus necesidades y limitaciones.

La ergonomía puede ayudar a la seguridad a una emancipación sobre los riesgos aplicando planteamientos como los de Arnold. Whitehead. «Es profundamente erróneo, repetido en todos los libros y por las personas mas eminentes, que debemos cultivar hábitos de pensar en lo que hacemos. El caso es precisamente lo contrario: la civilización avanza extendiendo el número de operaciones importantes que pueden efectuarse sin pensar en ellas.»

6. LA GESTION DEL CAMBIO PREVENTIVO

Se ha comentado en alguna ocasión que la misión de la Prevención, parece a veces un empeño entre titánico y trivial.

Una de las aportaciones de la Psicosociología a la prevención puede consistir en ayudar y preparar a una organización en los procesos de cambio, de modo que el esfuerzo a realizar no se parezca a lo primero ni los resultados no se conviertan en lo segundo.

Para ello es precisa tener una idea consistente de cómo se producen los cambios para poder «gestionarlos» hacia los objetivos propuestos.

A continuación se exponen algunas consideraciones sobre los procesos de cambio, entre los que destacamos.

i) La imposibilidad de no cambiar.
ii) El «efecto cambio».
iii) «Crisis de cambio» o «Cambio de crisis».
iv) Las fases de los cambios.
v) Los cambios de actitudes y el Contrato Psicológico de la Prevención.
vi) Del compromiso de la gestión a la gestión del compromiso preventivo.

i) La imposibilidad de no cambiar

Los cambios, consciente o inconscientemente, simplemente se producen, el tiempo es la medida de los cambios y el tiempo no se detie-

ne. La realidad es lo que hay entre el «todo fluye, nada permanece» y el «nada nuevo bajo el sol».

Conocer las dinámicas de los cambios para intentar orientar e influir en los resultados deseados es un objetivo de la gestión de los cambios.

ii) El «Efecto HAWTHORNE» El «efecto cambio»

Este efecto se refiere a los resultados de los experimentos de la Western Electric Co, donde se puso de manifiesto que las mejoras ambientales tienen menos influencia que el desarrollo de un clima laboral y de cohesión grupal, en especial los sentimientos de integración y comunicación entre las personas y la gerencia. «Glosario de Ergonomía de la CECA 1982».

Con estos experimentos se llegó a deducir que a veces el «cambio por el cambio» puede ser deseable, siempre que las expectativas de los resultados no contengan amenazas, cosa cada vez menos probable.

iii) «Crisis de cambio» o «Cambio de crisis»

El principal indicador del cambio es la crisis asociada al mismo. Los cambios suelen contener amenazas ocultas; mas o menos evidentes, mas o menos expresas. Estas amenazas ocultas pueden afectar a muchos aspectos del trabajo al no estar claramente definidas como por ejemplo, al contenido y significado del trabajo, al status directo o lateral, o al propio empleo o su estabilidad.

En muchas ocasiones el miedo a asumir la crisis que conlleva todo cambio real o significativo, hace que este no termine de materializarse y se esté en una continua crisis.

iv) Las fases de los cambios

La psiquiatra Elizabeth Ross estudió las fases por las que pasan las personas en el proceso de aceptación de un cambio tan importante como asumir una grave enfermedad.

Posteriormente se ha podido ver que estas fases son comunes con casi todos los procesos de cambio, incluidos los cambios sociales, cada proceso con sus ritmos correspondientes respetando lo que se denomina el *sleeper effect* o "efecto durmiente" («los cambios rápidos son para las máquinas» Kilman).

Los cambios tienen fases características diferenciándose principalmente de la siguiente manera:

1.ª Fase emocional: de expresión de negaciones, irritaciones, resistencias iniciales: respuestas fundamentalmente emocionales frente a la situación.

2.ª Fase racional, de negociación y búsquedas de otras ventajas: se empieza a dar respuestas racionales frente a la situación.

3.ª Fase de desfondamiento, o de depresión: el esfuerzo/situación pasa por una crisis de desánimo.

4.ª Fase de aceptación o normalización de la situación con consciencia de las limitaciones.

Si se aplica el análisis de los cambios a procesos como el que ha producido la puesta en práctica de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales (LPRRLL) de 1997, se puede constatar que la mayoría de las empresas pasan por unos procesos muy parecidos a los siguientes:

FASES DE LOS CAMBIOS EN PREVENCIÓN DESDE LA LPRRLL

1ª FASE EMOCIONAL:

Negación y resistencias irracionales.

Negación de la premisa mayor, «¿Cuál es el problema?» «El problema aquí no existe»... «No se puede hacer casi nada...»

SITUACIÓN PROBABLE: Muchas empresas bajo el efecto de «**la estrategia del barril**» que «solo se mueve cuando lo empujan».

2ª FASE RACIONAL:

Se mantienen las resistencias, aunque. «¿Qué podemos hacer?» «Habrá que hacer algo, pero hay otras cosas más importantes...»

SITUACIÓN PROBABLE: Muchas empresas bajo el efecto «**Lampedusa**» «La necesidad de que algo cambie para que todo siga igual».

3ª FASE DE NEGOCIACIÓN, FASE ADMINISTRATIVA:

¿Qué hacer? Cómo hacer?

SITUACIÓN PROBABLE: Muchas empresas bajo una PREVENCIÓN «ADMINISTRATIVA – DEFENSIVA»: Formalismos, burocratismo, confusiones metodológicas y «delegaciones profesionales»: (especie de

delegaciones en los SSP, SPA, que se parecen sospechosamente a las dejaciones de responsabilidades).

4ª FASE «DEPRESIVA»:

Después de tanto tiempo y esfuerzo: ¿Por qué no se obtienen los resultados esperados?

SITUACIÓN PROBABLE: Muchas empresas ajenas a las **«barreras de cristal»** de la prevención especialmente la prioridad de las REALIDADES (problemas) frente a las PROBABILIDADES (riesgos).

5ª FASE DE GESTIÓN o NORMALIZADA:

Al final la Prevención funciona. ¿Por qué hemos tardado tanto en empezar?

Búsqueda de sinergias con otras áreas como calidad, gestión por valores,...

SITUACIÓN PROBABLE: Muchas empresas en fase de recoger resultados.

v) Los cambios de actitudes y el Contrato Psicológico de la Prevención

Atravesar este proceso, con todas sus fases, supone haber tenido una clara idea de todas las limitaciones y dificultades expuestas a lo largo de este capítulo, así como de las acciones a emprender, incluidos unos cambios de actitudes a todos los niveles, comenzando por la gerencia.

El cambio más importante que ha establecido la LPRRLL es entender que **«El responsable de la seguridad en el trabajo, no es el "responsable de seguridad", sino el responsable del trabajo»;** esto es, la integración de la seguridad en la gestión y las decisiones en la línea de mando.

Estos cambios de actitudes a todos los niveles conlleva un nuevo CONTRATO PSICOLÓGICO DE LA PREVENCIÓN en la empresa.

El MIT (Massachusetts Institute of Technology) ya indicaba en los años 90 (Management Challenges in the 90's) que «Los directivos de las empresas estarían ciegos si no entendieran que el mensaje más importante de los años 90 es que el desafío más significativo no está en relación con la tecnología sino con las personas».

El Contrato Psicológico es un contrato oculto entre las personas y las organizaciones, basadas en las hipótesis implícitas que se realizan sobre los planteamientos de la dirección, la administración y la gestión de las empresas.

En este apartado se incluyen tanto las expectativas del trabajador como de la empresa, sobre aspectos bastante concretos de las relaciones laborales, tales como:

- La sintonía o disonancia sobre planteamientos básicos, tales como el que se puedan crear intereses compartidos, o aplicar ideas como el que propone la ergonomía de que «trabajar bien pasa por trabajar a gusto», etc.
- La satisfacción de las necesidades emocionales.
- La confianza mutua.
- Las motivaciones.
- Las posibilidades de compromisos estables, etc.

vi) Del compromiso de la gestión a la gestión del compromiso preventivo

Como se ha visto el compromiso de la gestión preventiva forma parte de las expectativas inherentes a los cargos de responsabilidad, esto es, forma parte de las obligaciones, más o menos asumidas, de la línea de mando, por lo que lo más importante no es tanto si existe ese compromiso de la gestión, que está sobreentendida y supuesta en la línea de mando, sino como se gestiona dicho compromiso; esto es, cómo se ejerce, cómo se supervisa, cómo se controla.

En una palabra, se trata de definir cuáles son las aptitudes, las actitudes y los comportamientos de la línea de mando en relación con la prevención.

Se insiste mucho en que la prevención depende de las actitudes y aptitudes de las personas, pero en una organización LAS APTITUDES y LAS ACTITUDES deben ser gestionadas, por lo que deben ser:

- Seleccionadas
- Entrenadas
- Supervisadas
- Corregidas

Por lo que, en última instancia LA PREVENCIÓN en la empresa depende de LAS ACTITUDES Y LAS APTITUDES EN SEGURIDAD de la línea de mando.

El cambio de actitudes de la línea de mando es la clave para conseguir el cambio de actitudes de las personas bajo su responsabilidad. La base de este cambio está en lo que Trevor Kletz indica alos mandos como fundamental: «Trate de cambiar las situaciones y no tanto a las personas».

RESUMEN FINAL: LA PREVENCIÓN COMO QUINTA DIMENSIÓN DE LA REALIDAD

En el presente capítulo se han destacado las principales limitaciones que plantea la prevención y la necesidad de disponer de algunos datos psicológicos y psicosociológicos para abordar fenómenos tan inasibles como los riesgos y su gestión.

Para cerrar este capitulo, se recurre al inmejorable planteamiento del premio Príncipe de Asturias, Mario Bunge, para el que el accidente constituye una especie de cuarta dimensión de los sucesos, lo que da una idea resumida de la complejidad del fenómeno accidental, pero lo importante es que la prevención se va configurando como una quinta dimensión de la realidad.

«La probabilidad no es un disfraz de la ignorancia: es una propiedad real de algunas cosas, no de todas. El tychismo posee solo un grano de verdad: el cosmos no es un Gran Casino. El azar es un modo objetivo del cambio, pero también lo es la causación».

«Algunos aspectos del mundo son causales, otros aleatorios y otros más caóticos. Y el mundo satisface leyes que combinan dos o quizás tres de estas categorías.

Como si esto no fuera harto complejo, es preciso agregar una cuarta categoría, a saber, lo accidental.

Siempre debemos contar con el azar, el caos y el accidente. Pero también podemos contar con la causalidad para contrarrestar el azar, el caos y el accidente, o al menos para disminuir sus efectos indeseables».

7. BIBLIOGRAFÍA

AAVV. «Manual de temas de Ergonomía». Ed. MAPFRE. Madrid, 1987.

AAVV. «Manual de Seguridad en Trabajo». Editorial MAPFRE. Madrid, 1992.

AAVV. «Relaciones humanas en prevención de accidentes». Consejo Interamericano de Seguridad, Englewood. 1981.

Beck, Ulrich. «La sociedad del riesgo». Ed. Paidós. Barcelona, 1998.

Bertalanffy Von, L. «Teoría General de los Sistemas». Ed. Fondo de Cultura Económica. México, 1976.

Bunge, Mario. «Crisis y reconstrucción de la filosofía». Ed. Gedisa. Barcelona, 2002.

Creus, A. «Fiabilidad y Seguridad». Ed. Marcombo. 1990.

Del Puy Pérez Echeverría, M. «Psicología del razonamiento probabilístico». Ed. Universidad Autónoma. Madrid.

Faverge, J. M. «Psicosociología de los accidentes de trabajo». Ed. Trillas. México, 1975.

Gil de Egea, B; Calvo Holagado, P.; Cambor Magadán, M; García Suarez, Carmen. «Código de la buena práctica para la reducción de los errores humanos en las operaciones mineras». ESM. Oviedo, 2004.

Gil de Egea, B; Calvo Holagado, P.; Cambor Magadán, M; García Suarez, Carmen. «Guía de factores humanos para la investigación de accidentes marítimos». ESM. Oviedo, 2003.

Hacking, Ian. «La domesticación del azar. La erosión del determinismo y el nacimiento de las ciencias del caos». Ed. Gedisa. Barcelona, 1991.

Kletz, T. «An Engineer's View of Human Error». VCH Plublishers, Inc. New York, 1991.

Niño Escalante, J. «Psicología de la prevención. La realidad subjetiva de los riesgos». MAPFRE Seguridad, n.º 41. 1991.

Niño Escalante, J. « La atribución de las causas de los accidentes». MAPFRE Seguridad, n.º 51. 1993 y Cuadernos de Seguridad, n.º 66 y 67. 1994.

Niño Escalante, J. «Psicosociología en la prevención de accidentes». Revista de Seguridad. CSIS. 1994.

Koestler, Arthur. «Las raíces del azar». Ed. Kairós. Barcelona, 1974.

Rasmussen, J.; Leplat, J. «New Thechnology and Human Error». Ed. John Wiley.

Rifkin, J. «El fin del trabajo». Ed. Paidós. Barcelona, 1996.

Sagan, Carl. «Miles de millones». Ediciones Grupo Zeta. Barcelona, 1998.

Surry, J. «Industrial Accident Research». (A Human Engineering Appraisal). Ed. University of Toronto. 1974.

Wagensberg, J. «Si la naturaleza es la respuesta, ¿cuál era la pregunta?». Tusquets Editores. Barcelona, 2002.

Wagensberg, J. «Ideas sobre la complejidad del mundo» Tusquets Editores. Barcelona, 2003.

Watzlawick, P. «El lenguaje del cambio». Herder. Barcelona, 1989.

Watzlawick, P.; Weakland, J. H.; Fisch, R. «Cambio». Herder. Barcelona, 1989.

Wilde, Gerald. J. S. «Target Risk» PDE Publications, 1994.

2

Técnicas de seguridad

Actualizado por ANTONIO M. ALFONSO LÓPEZ

1. LAS TÉCNICAS DE SEGURIDAD

Una vez conocidos los conceptos de riesgo y accidente y analizados los límites de la prevención así como las fases y estrategias generales del tratamiento del riesgo profesional, es necesario definir unos procedimientos de actuación planificados que los vamos a denominar técnicas de seguridad y que, evidentemente, tendrán un carácter predominantemente científico.

Las técnicas de seguridad constituyen un conjunto de actuaciones, dirigidas a la detección y corrección de los distintos factores que intervienen en los riesgos de accidentes de trabajo y al control de sus posibles consecuencias.

1.1. CLASIFICACIÓN DE LAS TÉCNICAS DE SEGURIDAD

El conjunto de técnicas de prevención y de protección que tienen una aplicación general y universal, en cualquier actividad laboral cualesquiera que sean los riesgos de accidentes, las clasificamos como técnicas de seguridad generales, inespecíficas y polivalentes.

En el Cuadro 1 se especifican estas técnicas de seguridad de carácter general.

Como complemento a estas técnicas generales se puede hablar de unas técnicas específicas, identificándolas como aquéllas que, siendo desarrollos de las técnicas generales, están aplicadas a la detección y corrección de causas correspondientes a riesgos concretos.

Como ejemplos particulares de estas técnicas, figuran las que tratan específicamente sobre:

- Riesgos eléctricos.
- Incendios.
- Protección de máquinas.
- Manutención manual y mecánica.
- Aparatos a presión.
- Etc.

Estos y otros temas específicos se desarrollan posteriormente en diversos capítulos, describiéndose en cada uno de ellos las técnicas concretas de prevención y protección de riesgos.

1.2. Fases del planteamiento de las técnicas de seguridad

Cuando se piensa en el desarrollo de un accidente de trabajo, se pueden identificar claramente tres fases básicas en el planteamiento de las técnicas de seguridad.

Estas fases se pueden identificar como:

- Fases de detección de riesgos.
- Fase de prevención de riesgos.
- Fase de protección de riesgos frente a las consecuencias del accidente.

En relación con cada una de estas etapas, se puede pensar en el desarrollo de una o varias de las técnicas de seguridad, descritas en el Cuadro 1.

A) Fases de detección de riesgos

De acuerdo con el contenido del Cuadro 1 esta etapa, desarrollada en este capítulo, correspondería al conjunto de TÉCNICAS ANALÍTICAS. A través de estas técnicas se recopila toda la información derivada de los accidentes anteriores, y no hay que olvidar que un accidente, es

Cuadro 1. Clasificación de las técnicas de seguridad generales

TÉCNICAS ANALÍTICAS		
	Posteriores al accidente	**Previas al accidente**
	1. Notificación de accidentes 2. Registro de accidentes 3. Investigación de accidentes 4. Análisis estadístico	1. Inspecciones de seguridad
TÉCNICAS OPERATIVAS		
	De concepción	**De corrección**
Factor técnico	1. Seguridad en diseño. Proyecto de instalaciones 2. Seguridad en diseño y proyecto de equipos 3. Seguridad en diseño de métodos de trabajo	1. Adaptación de sistemas de seguridad 2. Adaptación de defensas y resguardos 3. Utilización de protecciones personales 4. Señalización de zonas de riesgos 5. Mantenimiento preventivo
Factor humano	1. Selección de personal 2. Formación 3. Adiestramiento 4. Propaganda	1. Acción de grupo 2. Desarrollo de incentivos 3. Disciplina

la actualización de unos factores de riesgo que ya existían y, por ello, y aunque cada accidente sea distinto, pueden repetirse en el tiempo casos similares con factores de riesgo probablemente coincidentes. Por lo tanto, el estudio de esta información, es la base para un correcto planteamiento de las técnicas de prevención y protección.

Mediante la NOTIFICACIÓN Y REGISTRO DE ACCIDENTES se procura que todo accidente quede debidamente identificado, para conocimiento de la organización empresarial y de la Administración.

La siguiente actuación que se plantea como consecuencia de la notificación del accidente, es la investigación. Mediante la INVESTIGACIÓN DE ACCIDENTES, se intenta localizar las diferentes causas

que han dado ocasión a cada accidente en particular. Esta técnica analítica es, sin duda, una de las más importantes y debe ser dominada por todos los técnicos dedicados a la prevención de riegos profesionales.

Es evidente que las causas de los accidentes constituyen factores de riesgo, que no habían sido detectados, o, en todo caso, eliminados con anterioridad a ese suceso no deseado que es el accidente. La investigación del accidente, exige una actuación posterior, en el sentido de aplicar la experiencia obtenida a la prevención de futuros accidentes, en instalaciones o elementos, o circunstancias similares. Para ello, se deberá desarrollar otra de las técnicas analíticas que ha sido identificada como inspección de seguridad.

Las INSPECCIONES DE SEGURIDAD tienen como objetivo la detección (localización e identificación), valoración y corrección de los factores de riesgo para evitar que el accidente se desarrolle. Es evidente que la eficacia de esta técnica queda muy condicionada a la experiencia acumulada, en relación con las instalaciones, elementos o circunstancias observadas, y esta experiencia la proporcionan las técnicas analíticas anteriores, de notificación, registro e investigación de accidentes.

Como consecuencia del carácter científico de las técnicas de seguridad y directamente aplicada a las técnicas analíticas, surge la necesidad de una ordenación, cuantificación y control de la evolución y la tendencia de las diferentes circunstancias que rodean el accidente de trabajo. Por ello, y como elemento prácticamente imprescindible en un correcto tratamiento de toda la información obtenida, es imprescindible la adopción, como técnica analítica de los conocimientos y metodología, de las técnicas estadísticas, identificadas en el Cuadro 1 como ANÁLISIS ESTADÍSTICO.

B) Fase de prevención de riesgos

En el apartado anterior ya se ha comentado al hablar de la inspección de seguridad, la existencia de un proceso mediante el cual los factores de riesgo una vez detectados, identificados y valorados, debían ser eliminados para lograr una prevención de riesgos, o, mejor, una prevención de accidentes.

Esto es lo que se intenta solucionar a través de TÉCNICAS OPERATIVAS, descritas en el Cuadro 1.

En la etapa de prevención de riesgos, es evidente que se debe pensar en la aplicación de las técnicas operativas de actuación sobre el factor técnico, clasificadas como técnicas operativas de concepción. (Técnicas de seguridad en el diseño y proyecto de instalaciones, equipos y métodos de trabajo).

También, en esta etapa, pueden ser incluidas algunas de las técnicas operativas clasificadas como «de corrección», mediante la adaptación de sistemas de seguridad, con el mismo objetivo que tenían las técnicas operativas de concepción.

Desde el punto de vista de la aplicación de técnicas operativas sobre el factor humano, en la etapa de prevención de riesgos, se debe pensar en la posible utilidad de la selección de personal, como medio para lograr el máximo acoplamiento entre las características propias de la persona y las características del puesto de trabajo.

Mediante la formación y el adiestramiento, se intentará facilitar todos los elementos del conocimiento que suplan el posible estado de inexperiencia, sobre todo en la ocupación de un nuevo puesto de trabajo.

C) Fase de protección de riesgos frente a las consecuencias del accidente

Cuando por diversas circunstancias, no ha podido eliminarse o reducirse adecuadamente el grado de riesgo en la etapa de prevención, es necesario actuar en el sentido de protección, tendiendo a eliminar o reducir las situaciones de accidente con la probabilidad de mayor o menor grado de las consecuencias.

En esta etapa, tienen especial sentido las técnicas operativas de corrección mediante:

- La adaptación de sistemas de seguridad.
- La adaptación de dispositivos y resguardos.
- Protecciones personales.
- Normas de seguridad y señalización de riesgos.
- Divulgación y acciones de grupos.
- Disciplina e incentivos.

1.3. Concepto de riesgo

El concepto de riesgo, en el ámbito laboral, nace del hecho de que, en determinadas circunstancias, pueden ocurrir sucesos suscepti-

bles de dar lugar a consecuencias indeseadas. En el lenguaje común el vocablo «riesgo» se utiliza tanto para hacer referencia a las circunstancias en las cuales pueden producirse sucesos que den lugar a consecuencias no deseadas como para referirse las consecuencias mismas de dichos sucesos. Que el acento se ponga en las «circunstancias» o sobre las «consecuencias» depende de la relevancia relativa de unas u otras en relación con el objetivo del análisis que se efectúa.

En el ámbito de la seguridad y salud de los trabajadores son relevantes tanto las «circunstancias», es decir, las variables que contribuyen a la producción del suceso no deseado, como las «consecuencias» de dicho suceso. De ahí que la utilización del vocablo «riesgo» sea frecuentemente confuso y que, a pesar de que en las publicaciones de seguridad en el trabajo la palabra «riesgo» sea una de las que con mayor frecuencia aparece, raramente se de una definición rigurosa de «riesgo».

Las clásicas definiciones de riesgo que se recogen en los diccionarios y enciclopedias poco añaden y sirven de poco para la seguridad en el trabajo, dado que son claramente insuficiente porque no aportan los elementos necesarios para cuantificar los riesgos y, por tanto, no hace posible el establecimiento de prioridades en las actividades preventivas a emprender.

Los riesgos no se ven, pero hay que preverlos o considerarlos de antemano, pues sus factores de riesgos dependen del riesgo considerado. En un análisis de riesgos, lo primero que hay que definir son los riesgos a evaluar, susceptibles de provocar los accidentes.

Así, por ejemplo, en una actividad, que implique el manejo o la exposición a una sustancia química, un mismo agente (p.e.: hexano) puede dar lugar a diversos riesgos de incendio-explosión, o de toxicidad aguda, ambos relacionados con la seguridad, además de otros de toxicidad crónica o de enfermedad profesional, propios de la higiene industrial.

Por lo tanto el producto químico en este caso nunca va a ser un riesgo; el hexano y sus condiciones de manejo y utilización van a ser los factores de riesgo, cuyos accidentes o enfermedades profesionales a prevenir son el incendio, la explosión, las intoxicaciones, etc. No tendría sentido hablar de «factores de riesgo del hexano», sino de riesgos del hexano, o bajo determinadas confluencias, de «peligros del hexano».

Una vez definido el riesgo a evaluar, por ejemplo el de incendio, habrá que buscar y evaluar los restantes factores de riesgo en concreto (temperatura, contacto con otras sustancias, forma de manejo, información sobre el producto, etc.). Si el riesgo definido es otro (enfermedad profesional) los factores de riesgos serán otros (TLV, VLA, vías de contacto, etc.).

No conviene confundir los conceptos de riesgo y peligro, ya que se hayan tan íntimamente ligados que generan cierta confusión y consecuentemente resta eficacia en las actuaciones a emprender y su prioridad. Peligro podría definirse como un riesgo inaceptable.

Se puede definir como factor de riesgo toda fuente de posible lesión o daño para la salud. Esta es exactamente la definición que la norma UNE EN 292-1 da a la palabra «peligro» por lo que conviene hacer algunas matizaciones y aclaraciones al concepto. Si atendemos a la definición tradicional (Casares, Julio. Diccionario ideológico de la lengua española. Gustavo Gili. Barcelona 1988), peligro es «la contingencia inminente de que suceda algún mal o cosa u ocasión que produce o aumenta la inminencia del daño». El sentido de inminencia del daño es inherente al concepto de peligro, inminencia que no se da de manera habitual —afortunadamente— en la realidad cotidiana de los centros de trabajo por el mero hecho de que este presente un peligro en el sentido que da al termino la norma citada.

De considerarse necesaria una definición más detallada de «factor de riesgo», este podría definirse como: todo objeto, sustancia, forma de energía o característica de la organización del trabajo que puede contribuir a provocar accidentes de trabajo, a agravar las consecuencias del mismo o provocar, aun a largo plazo, daños a la salud de los trabajadores.

Para definir riesgo se puede utilizar el criterio manejado en los accidentes tecnológicos en el sector químico: «pérdida estimada o producida, en un periodo dado de tiempo, por un cierto fallo».

Ajustando esta definición al contexto de riesgo de accidente de trabajo se podrá decir que riesgo es: « la magnitud del daño que un conjunto de factores de riesgo producirá en un periodo de tiempo dado».

Como es obvio, para que exista factor de riesgo es preciso que se admita la existencia de posible daño para la salud que, al menos en alguna medida, se pueda relacionar con el factor de riesgo. Cuando el daño es evidente y la relación obvia, no existe ningún problema: todo el mundo admite que un elemento móvil desprotegido es un factor de riesgo.

El problema surge cuando la relación causa-efecto es menos evidente y el acuerdo no es tan universal: es bien sabido que la inhalación

prolongada de amianto provoca cáncer de pulmón, pero cuando un trabajador del amianto que además es fumador contrae cáncer de pulmón, ¿quién lo provocó: el amianto o el tabaco?.

Es en estas situaciones cuando la utilización de indicadores y marcadores de riesgo nos permite avanzar más en la calificación cualitativa del análisis de riesgos que produce el estudio de los factores de riesgo.

Los indicadores de riesgo se pueden definir como los precursores o corroboradores de los riesgos seleccionados y dependen fundamentalmente de los efectos observables o detectables de los riesgos sobre las personas. Así, los parámetros de accidentalidad y de incidentes críticos, los datos epidemiológicos de la actividad, las quejas, las molestias indicadas en las encuestas y entrevistas, etc. serían claros ejemplos de indicadores de riesgos.

Los marcadores de riesgos son evaluadores objetivos de los factores de riesgo derivados de las condiciones o situaciones concretas de trabajo y determinadas, fundamentalmente, por las condiciones ambientales, físicas y psicosociológicas del trabajo y los estados y capacidades personales. Los marcadores de riesgo están asociados fundamentalmente a las condiciones de trabajo específicas, incluyendo las formas de trabajo de la persona. Ejemplos claros de marcadores de riesgo son por ejemplo: niveles de exposición al polvo, índice de riesgo obtenido para manipulación de cargas, análisis multitarea de NIOSH, índice de riesgos Ergoshape, índice de trabajo a turnos y nocturno, etc.

Todos estos aspectos cualitativos y cuantitativos del riesgo deben integrarse con las diferentes dimensiones o propuestas preventivas, que deben abarcar desde la detección, con la localización e identificación, de los riesgos a la evaluación, para llegar al control de los mismos.

2. PROCEDIMIENTOS ANALÍTICOS

A continuación, se desarrollan los procedimientos analíticos que se consideran más representativos de las técnicas de seguridad:

- La inspección de seguridad.
- La investigación de accidentes.
- Notificación y registro.
- Estadísticas.

2.1. La inspección de seguridad

«Es la técnica de seguridad de carácter preventivo, que tiene como objetivo principal la detección de riesgos de accidentes», bajo esta definición ha sido reconocida a lo largo de muchos años, no obstante, publicaciones modernas no utilizan este nombre y la presentan bajo sinónimos tales como: análisis de seguridad, auditorías, encuestas, estudios, o muestreos de seguridad, aunque quizás los términos de análisis y auditorías de seguridad sean los más extendidos.

Como técnica de seguridad, la inspección de seguridad puede quedar planteada, tanto para el conjunto de las condiciones de trabajo existentes en una empresa, como en una sección o puesto de trabajo.

Es evidente que, con sólo la detección de riesgos, no es posible hacer prevención, por lo que es necesario hacer una ampliación de la definición; ésta tiene que completar además, la efectividad preventiva que evidentemente se alcanzará mediante «la eliminación del riesgo de accidente y el control de los factores determinantes de los riesgos detectados». Esto se conseguirá, mediante el estudio, la implantación y el control de unas medidas correctoras.

Para una mejor identificación de la acción que puede ser desarrollada mediante la inspección de seguridad en el Cuadro 2 se representa la secuencia de un accidente de trabajo, en relación a la secuencia de la inspección de seguridad.

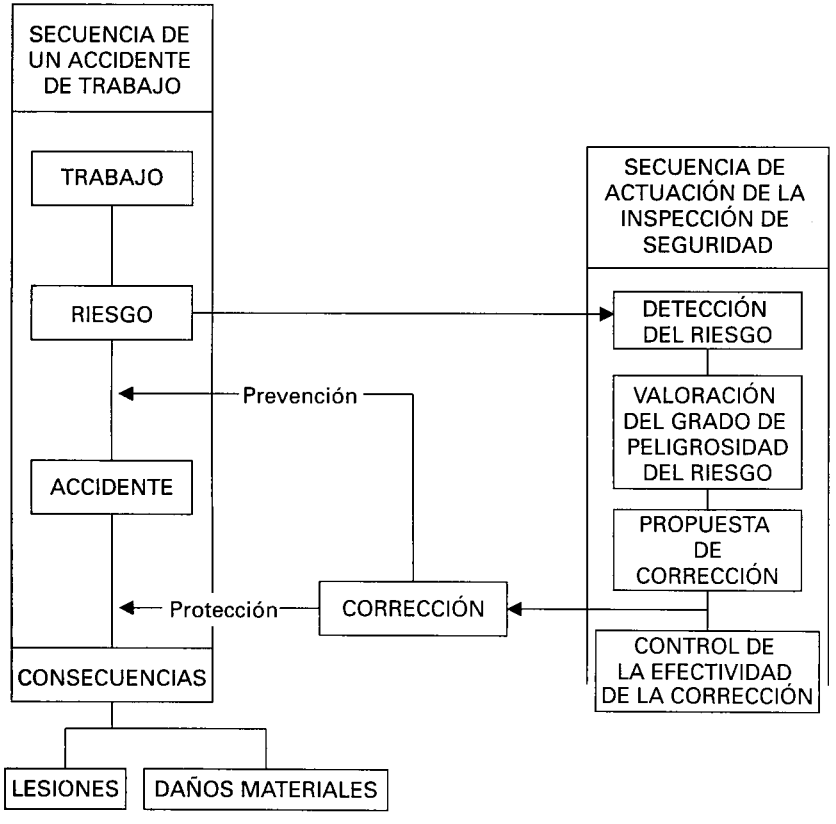
Metodología

La consecuencia final de un planteamiento eficaz de esta técnica de seguridad, deberá ser la eliminación del riesgo, o bien, si ello no es posible, el control de los factores determinantes del riesgo, de forma que su grado de peligrosidad pueda quedar en el ámbito de lo que se podría llamar grado de riesgo tolerado o admitido. Este grado de riesgo tolerado, de hecho puede quedar determinado en cada caso por la misma empresa, o por las diferentes normas y reglamentos que puedan regular administrativa o legalmente cada uno de los riesgos detectados.

Para una mejor orientación del proceso de localización de los riesgos, es muy importante disponer de toda la información preventiva posible, consecuencia de experiencias anteriores, siendo útil en ocasiones recurrir a la confección previa de una lista de comprobaciones o puntos a revisar *check-list*. Esto no siempre es posible, por lo tanto, se hace

cuando el proceso revisado ya ha sido objeto de análisis anteriores que han permitido seleccionar los aspectos realmente importantes, en cada proceso o elemento sobre el que se aplica.

Cuadro 2



Estas listas de inspección, deben reunir como mínimo las siguientes condiciones genéricas:

a) Deben ser sistemáticas y adecuadas a la instalación, proceso o elemento analizado.
b) Deben indicar qué aspectos y condiciones deberán ser comprobados.

c) Deben poder ser utilizadas como recordatorio para la siguiente inspección
d) No deben ser consideradas nunca como absolutas y deben admitir la introducción de modificaciones y observaciones, en el transcurso de la inspección.

Disponer de cuestionarios especializados para cada tipo de situaciones, es una garantía de éxito y de objetividad en la detección, y el tiempo que pueda emplearse en su preparación es tan productivo como el que después pueda emplearse en la misma inspección.

2.2. Detección de los riesgos

Como ya se ha nombrado dentro de las diferentes técnicas de seguridad y entre las que se agrupan en la fase de detección de riesgos destaca la INSPECCIÓN DE SEGURIDAD.

De lo comentado anteriormente, en relación con la Inspección de Seguridad, se puede concluir que la Detección de Riesgos es el proceso mediante el cual se posibilita la localización e identificación de las condiciones de trabajo existentes que pueden derivar en un accidente de trabajo. Esta localización e identificación debe hacerse de tal forma que permita su clasificación en los dos grupos tradicionales, como son los siguientes:

a) Factor Técnico

Bajo esta expresión se quiere abarcar la necesidad de localizar e identificar aquellas condiciones materiales inseguras, propias de los distintos elementos materiales, instalaciones de servicios y maquinaria en general, pero contempladas en sí mismas, en posición de trabajo y bajo el supuesto de que todos estos sistemas materiales van a ser utilizados correctamente.

b) Factor Humano

En este grupo se quiere aglutinar a todo el conjunto de situaciones de riesgo que derivan del propio comportamiento de la persona, frente a unas condiciones de utilización y funcionamiento de los distintos sis-

temas materiales. Esta actuación se conoce normalmente bajo la nomenclatura de Prácticas Inseguras, Actos Imprudentes o Gestos no adecuados, pero en realidad no son más que el resumen de la actuación de una persona, en el ambiente de trabajo, frente a sistemas materiales determinados que con independencia del estado de estos sistemas materiales le lleva a la utilización incorrecta de los mismos.

Además de estos factores «tradicionales», no se debe olvidar otro, que se debe plantear como un factor que condiciona la situación de los dos anteriores y es el de la organización.

c) Factor Organización

Aquí se debe dar cabida a todos aquellos factores que determinan cómo se realiza el trabajo o la tarea y qué tiene influencia decisiva en la consecución de los accidentes. Se debe tener en cuenta que en muchas ocasiones los trabajadores directos, los mandos, los técnicos, etc., efectúan su labor siguiendo unos métodos, parámetros, orden cronológico, etc., definidos por la empresa, y que éstos tienen un peso relevante sobre los efectos negativos que el trabajo reporta a su actores.

Como ya se ha comentado, resulta evidente que tanto los factores técnicos como los humanos en su origen son reductiblemente humanos, y quizás la nomenclatura de factores no operativos y operativos aclare mejor la naturaleza de los mismos que la utilizada tradicionalmente.

La Detección de Riesgos es, sin duda, el punto más delicado y de mayor dificultad de la actuación del técnico que debe efectuar la evaluación de los mismos, tanto por la posibilidad de detectar situaciones de riesgo inexistentes en realidad, como por la posibilidad de no identificar situaciones de riesgo reales que pueden ser de un alto grado de riesgo.

Piénsese que aquellos riesgos que no se detecten no se podrán valorar y sobre los cuales no se podrá hacer ninguna prevención, y por contraposición, la detección masiva e irreal por exceso de riesgos (¡todo es un riesgo!), incapacita para la acción dada la magnitud de recursos humanos y materiales que pueden ser necesarios, amén de la incredulidad sobre que tal detección generaría en la empresa.

Conviene analizar los distintos condicionantes que influyen sobre la efectividad de la Detección de Riesgos, como son:

a) Formación técnica y experiencia de quienes participan en la detección

Es fácilmente demostrable que la calidad de una detección de riesgos está fuertemente condicionada a la formación inicial y al grado de experiencia de las personas que la realizan. Ante una misma situación de riesgo, dos personas con distinta formación y experiencia realizarán detecciones distintas y no sólo en la forma sino en el fondo.

Este aspecto ha sido repetidamente comprobado, incluso con personas de igual formación técnica pero distinta experiencia preventiva. Esto hace pensar en la necesidad de exigir una amplia formación técnica y preventiva a las personas que deban encargarse de la detección de los riesgos, o bien utilizar una estrategia que contribuya a ajustar la subjetividad que se produce en esta labor.

Una estrategia podría ser la de intentar objetivar la subjetividad de la detección de riesgos, haciendo participar a diferentes personas de la organización (grupos homogéneos o heterogéneos según los casos) en esta labor, utilizando las mismas herramientas y criterios de referencia, para posteriormente y mediante discusión y un trabajo en equipo concluir en una sola detección de los riesgos.

Obsérvese que este último planteamiento está en la línea marcada por nuestra legislación en la materia, donde se determina la obligación de la empresa de contar con los trabajadores para efectuar la evaluación de sus riesgos, siendo la detección una parte fundamental de la misma.

b) Conocimiento y clasificación de las actividades de trabajo donde se realiza la detección

Este es un aspecto muy relacionado con el anterior, puesto que va en proporción directa con la formación y la experiencia profesional de quien realiza la detección.

El conocimiento del proceso productivo es una garantía de la detección de riesgos reales existentes, al conocer la implicación que un determinado incidente podría tener en el desarrollo normal del proceso de trabajo.

Un aspecto relevante para la detección de los riesgos es el conocimiento de las diferentes actividades del trabajo, para poder relacionar los riesgos que se detecten con estas últimas, aspecto muy relevante

tanto en esta fase como en las posteriores de eliminación y control de los riesgos.

Como guía para la clasificación de esas actividades del trabajo se podría considerar la siguiente:

a) Áreas externas a las instalaciones de la empresa.
b) Etapas en el proceso de producción o en el suministro del servicio.
c) Trabajos planificados y de mantenimiento (preventivo, correctivo, etc.).
d) Tareas definidas, por ejemplo: conductores de carretillas elevadoras.

Así mismo para cada una de las actividades de trabajo puede ser preciso obtener información que ayude a la detección de sus riesgos, entre otros, sobre los siguientes:

a) Tareas a realizar. Su duración y frecuencia.
b) Lugares donde se realiza el trabajo.
c) Quien realiza el trabajo, tanto permanente como ocasional.
d) Otras personas que puedan ser afectadas por las actividades (por ejemplo: visitantes, subcontratistas, proveedores, etc.).
e) Formación que han recibido los trabajadores sobre la ejecución de sus tareas.
f) Procedimientos escritos de trabajo, y/o permisos de trabajo.
g) Instalaciones, maquinaria y equipos de trabajo utilizados.
h) Herramientas manuales y automáticas utilizadas.
i) Instrucciones de fabricantes y suministradores para el funcionamiento y mantenimiento de maquinaria y equipos.
j) Tamaño, forma, carácter de superficie y peso de los materiales a manejar.
k) Distancia y altura a las que han de moverse de forma manual los materiales.
l) Energías utilizadas (p.e.: eléctrica, hidráulica, etc.).
m) Sustancias y productos utilizados y generados en el trabajo.
n) Estado físico de las sustancias (humos, gases, vapores, polvo, etc.).
o) Contenido y recomendaciones del etiquetado de las sustancias utilizadas.
p) Medidas de control existentes.

q) Datos de evaluaciones de riesgos anteriores, relativos a la actividad desarrollada.
r) Organización del trabajo.

c) Conocimiento de datos de accidentalidad referidos al proceso o actividad de trabajo analizado

Es evidente que si en la empresa se dispone de un buen proceso de notificación y registro de accidentes e incidentes acaecidos, estos datos son fuente de experiencia preventiva anterior, indicadora de los puntos donde por cualquier circunstancia ha ocurrido un accidente o incidente.

Estos datos pueden venir complementados, en gran medida, si a través de la investigación de estos sucesos (accidentes e incidentes) ha sido posible determinar las causas y es posible su recopilación.

En este sentido se podría entender la información que podría ofrecer los datos de detección obtenidos en evaluaciones de riesgos anteriores.

En resumen, toda aportación de información que pueda ser recopilada, consultada y tratada sobre el proceso productivo sobre el que se está actuando para detectar sus riesgos, redundará en una mayor eficacia en la detección de los mismos.

d) Existencia de normas y reglamentos

La existencias de normas y reglamentos específicos sobre el proceso productivo o la tarea a desarrollar en los puestos de trabajo que piensa someterse a la detección de sus riesgos, es también garantía para lograr un buen resultado en la misma, puesto que, al fin y al cabo estas normas y reglamentos constituyen una forma ordenada de la expresión de la experiencia anterior y orientan directamente hacia las condiciones que deben cumplirse, facilitando no sólo la detección de los riesgos sino, también, su posterior evaluación, al ofrecer un punto de referencia considerado o equivalente a un riesgo tolerado.

Valga como ejemplo la detallada información que nuestro contexto europeo ofrecen la normas EN y en España su equivalente normas UNE, así como los Reglamentos Técnicos existentes (Aparatos de Elevación, Electrotécnico de Baja Tensión, Aparatos a Presión, etc.).

De igual modo se podrían incluir aquí las diferentes Guías Técnicas que, al amparo del mandato definido en nuestra legislación, el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, dependiente del Ministerio de Trabajo en España, ha ido publicando, y aunque no son de obligado cumplimiento legal, si son referente obligado por el alto contenido técnico y el reconocido prestigio del organismo que lo emite.

2.3. Localización de los riesgos

Para la localización de los riesgos, no pueden darse en general normas concretas, puesto que es una actividad que se basa tanto en el conocimiento del proceso, como en la formación y la experiencia de quien lo realiza. No obstante, está claro que no es lo mismo plantear una localización de riesgos a la totalidad del proceso productivo que a un puesto de trabajo concreto.

Para una mejor localización del proceso de localización de los riesgos, es muy importante disponer de toda la información preventiva posible, consecuencia de experiencias anteriores, siendo útil en ocasiones recurrir a la confección previa de una lista de comprobaciones a realizar o puntos a revisar (check.list), aun cuando esto no siempre es posible y suele llegarse a ello, cuando el proceso revisado ya ha sido objeto de análisis anteriores que ha permitido seleccionar los aspectos realmente importantes en cada proceso o elemento sobre el que se aplica.

Estas listas de comprobaciones deben reunir como mínimo las siguientes cuestiones genéricas:

a) Deben ser sistemáticas y adecuadas a la instalación, proceso o elemento a analizar.
b) Deben indicar que aspectos y condiciones deben ser comprobados.
c) Deben poder ser utilizadas como recordatorio para las siguientes localizaciones de riesgos.
d) No deben ser consideradas nunca como absolutas y deben admitir la introducción de modificaciones y observaciones.

Disponer de cuestionarios especializados para cada tipo de situación, es una garantía de éxito y de objetividad en la detección y localización, y el tiempo dedicado a su preparación es tan productivo como el que pueda emplearse en la propia localización de los riesgos.

2.4. Identificación de los factores del riesgo

La identificación de los factores de riesgo es en realidad un aspecto formalista del problema que no tiene sentido si previamente no se ha localizado el riesgo, pero que tiene su importancia puesto que ayuda a la concreción de los elementos necesarios que hace falta tomar para la total identificación del riesgo.

Un primer paso para esta identificación consiste en realizarse tres preguntas básicas como son:

a) ¿Existe un fuente de daño?
b) ¿Quién o qué puede ser dañado?
c) ¿Cómo puede ocurrir el daño?

Con el fin de ayudar en el proceso de identificación de los factores de riesgo, es útil categorizarlos en distintas formas, por ejemplo, por temas: mecánicos, eléctricos, radiaciones, productos químicos, incendios, explosiones, etc.

Complementariamente se puede desarrollar una lista de preguntas, tales como: durante las actividades de trabajo, ¿existen los siguientes factores de riesgo?:

a) Golpes y cortes.
b) Caídas al mismo nivel.
c) Caídas de personas a distinto nivel.
d) Caídas de herramientas, materiales, etc., desde alturas a distinto nivel.
e) Espacio inadecuado.
f) Manejo manual de cargas.
g) Utilización de equipos de trabajo, asociados al montaje, la consignación, la operación, el mantenimiento, la modificación, la reparación y el desmontaje.
h) Vehículos, tanto transporte interno como el transporte por carretera.
i) Incendios y explosiones.
j) Sustancias que pueden inhalarse.
k) Sustancias o agentes que pueden dañar los ojos.
l) Sustancias que pueden causar daños por el contacto o absorción por la piel.

m) Sustancias que pueden causar daños al ser ingeridas.
n) Energías peligrosas (eléctrica, ruido y vibraciones, radiaciones).
o) Trastornos musculo-esqueléticos derivados de movimientos repetidos.
p) Ambiente térmico inadecuado.
q) Condiciones de iluminación inadecuadas.
r) Áreas de trabajo no adecuadas.
s) Sistemas de seguridad ineficaces.

Como se puede comprender la lista no puede ser exhaustiva. En cada caso habrá que confeccionar y desarrollar una lista propia, teniendo en cuenta el carácter de sus actividades de trabajo y los lugares en los que se desarrollan.

Los aspectos mínimos que deben ser tenidos en cuenta al plantea la identificación de los riesgos de accidente potencial deberán ser:

1.º La forma previsible del accidente potencial.
2.º El agente material que actúa de soporte del riesgo.
3.º Las causas del riesgo o los factores que determinan su aparición y que pueden dar lugar al potencial desarrollo del accidente.

Como aspectos que, aun no siendo imprescindibles, pueden proporcionar datos valiosos en algunos casos y que su identificación queda al criterio de quien practica el análisis de riesgos, figuran los siguientes:

1.º La parte del agente material que hace soporte del riesgo.
2.º La posible ubicación de las consecuencias
3.º La posible gravedad de las consecuencias.

Desde un punto de vista general es conveniente tener presente que el riesgo no debe ser confundido con la lesión a las personas o el daño a los sistemas que puedan aparecer como materialización de las consecuencias de una posible actualización del accidente.

2.5. Evaluación objetiva del riesgo

Una parte fundamental del proceso de análisis de riesgos consiste en la evaluación objetiva de los mismos.

Debe tenerse en cuenta que de acuerdo con los principios de la acción preventiva que se establecen en diferente legislación, además por un sentido racional de actuación, se deben evaluar los riesgos que no se puedan evitar. Este planteamiento a pesar de parecer innecesario su comentario por ser obvio, no lo es tanto al comprobar que muchos técnicos se lanzan a la evaluación de riesgos sin haber aplicado este principio. Se hace necesario, como ya se ha dicho, realizar una buena detección de riesgos para después aplicar una evaluación inicial de los mismos y concluir cuales se pueden eliminar, con el correspondiente plan de acciones preventivas o correctivas, aplicando al resto la evaluación de riesgos con la profundidad y rigor que se detalla en cada uno de los métodos que a continuación se detallan.

Mediante esta evaluación, podremos adoptar la decisión oportuna ante la disyuntiva que se nos presenta: considerar aceptable o no el riesgo.

En el caso de la no aceptación, es cuando adoptaremos las medidas pertinentes para disminuir el riesgo, permitiéndonos en la evaluación fijar prioridades en la implantación de unas medidas frente a otras en función de la magnitud del riesgo obtenida. Mientras que si se tolera, tan sólo será necesario controlar periódicamente que las condiciones del sistema que hemos analizado, se mantienen dentro de los cánones establecidos.

Así pues, debemos centrar los esfuerzos en realizar una correcta evaluación del riesgo. Este riesgo, es siempre función de dos parámetros.

$$R = f(C \times F)$$

Siendo C las consecuencias que se derivan de la actualización del riesgo considerado y F la frecuencia con que la situación peligrosa se produce.

Toda evaluación se fundamenta en la concreción de los dos factores establecidos, utilizándose diversos métodos para ello. La elección de un método u otro dependerá de la identificación previa que hayamos efectuado y en función del riesgo determinaremos el coste de ejecución de un método (en tiempo, medios personales, resultados obtenidos, etc.) y de este modo escogeremos el más apropiado para las características del riesgo.

Métodos de evaluación y análisis

A continuación pasamos a desarrollar una serie de métodos de análisis de riesgos, de forma muy somera, con indicación de las características principales de cada uno de ellos.

Método Fine

El método matemático propuesto por William T. Fine para la evaluación de riesgos, se fundamenta en el cálculo del grado de peligrosidad, cuya fórmula es la siguiente:

Grado de peligrosidad = Consecuencias × Exposición × Probabilidad

Como puede observarse, se obtiene una evaluación numérica considerando tres factores: las consecuencias de un posible accidente debido al riesgo, la exposición a la causa básica y la probabilidad de que ocurra la secuencia del accidente y las consecuencias del mismo.

Las consecuencias son los resultados más probables de un accidente debido al riesgo que se considera, incluyendo desgracias personales y daños materiales.

La exposición es la frecuencia con que se presenta la situación de riesgo, siendo tal el primer acontecimiento indeseado que iniciaría la secuencia del accidente.

La probabilidad de que una vez presentada la situación de riesgo, los acontecimientos de la secuencia completa del accidente se sucedan en el tiempo, originando accidentes y las consecuencias previstas. Conviene resaltar que la probabilidad que se debe considerar aquí es la del todo suceso previsto con las consecuencias previsibles.

Este aspecto de la probabilidad hace que este método tenga una cierta tendencia de autocorrección, es decir que si la previsión de las consecuencias es del orden de muy graves la probabilidad de todo el suceso, hasta producir esas consecuencias, será menor que si se considerasen unas consecuencias de menor gravedad, lo que tenderá a igualar el producto final del Grado de Peligrosidad.

Al utilizar la fórmula, los valores numéricos o códigos asignados a cada factor están basados en el juicio del investigador que hace el cálculo. En el Cuadro 3 de valoración de riesgo, se indican los valores asignados a diversas situaciones de riesgo, correspondiente a los factores definidos.

Cuadro 3. Valoración de riesgos

Factor	Clasificación	Código	Interpretación
Consecuencias *(C)* (Resultado más probable de un accidente potencial)	a) Muchas muertes o daños superiores a 600.000 €	(100)	Catástrofe
	b) Varias muertes o daños superiores a 300.000 €	(40)	Desastre
	c) Muertes o daños superiores a 120.000 €	(15)	Muy seria
	d) Lesión permanente o daños superiores a 60.000 €	(7)	Seria
	e) Lesión temporal o daños superiores a 6.000 €	(3)	Importante
	f) Primeros auxilios o daños superiores a 600 €	(1)	Notable
Exposición *(E)* (Frecuencia con que ocurre la situación de riesgo)	La situación se presenta:		
	a) Continuamente (o muchas veces al día)	(10)	Muy alta
	b) Frecuentemente (aproximadamente una vez al día)	(6)	Alta
	c) Ocasionalmente (una o dos veces por semana)	(3)	Media
	d) Poco usual (una o dos veces al mes)	(2)	Baja
	e) Raramente (una o dos veces al año)	(1)	Muy baja
	f) Muy difícilmente (no ha ocurrido en años, pero es concebible)	(0,5)	Incierta
Probabilidad *(P)* (Probabilidad de que la secuencia del accidente se complete)	Secuencia completa del accidente:		
	a) Es el resultado más probable y esperado si la situación de riesgo tiene lugar (ocurre frecuentemente	(10)	Debe esperarse

Cuadro 3. Valoración de riesgos *(Continuación)*

Factor	Clasificación	Código	Interpretación
	b) Es completamente posible y nada extraño: tiene una probabilidad del 50%	(6)	Puede producirse
	c) Sería una secuencia o coincidencia rara: no es normal que suceda (probabilidad del 10%)	(3)	Rara pero posible
	d) Sería una coincidencia remotamente posible. Se sabe que ha ocurrido. Probabilidad 1%	(1)	Poco usual
	e) Nunca ha sucedido en muchos años de exposición, pero es posible que ocurra	(0,5)	Concebible pero improbable
	f) Es prácticamente imposible que suceda (una probabilidad entre un millón)	(0,2)	Imposible

Se recalca la diferencia de valoración numérica otorgada a las consecuencias frente a la exposición y la probabilidad.

La determinación del Grado de Peligrosidad del suceso negativo previsible analizado (riesgo), permite fijar una prioridad para tomar decisiones sobre la actuación que se requiere para eliminar o controlar el riesgo en cuestión.

Una clasificación en esa línea podría ser la siguiente (Cuadro 4):

Cuadro 4. Clasificación de riesgos

G.P.	Clasificación del riesgo	Medidas de actuación
≥ 400	Extremo	Hay que parar la actividad
250 ≤ G.P. < 400	Muy alto	Requiere corrección inmediata
200 ≤ G.P. < 250	Alto	Necesita corrección
85 ≤ G.P. < 200	Medio	Precisa corrección
40 ≤ G.P. < 85	Bajo	Probablemente aceptable en la situación actual

No debe olvidarse que en igualdad de valoración del Grado de Peligrosidad, en función de la formula propuesta (G.P. = C × E × P), deberá primar el valor de las consecuencias, y así en dos riesgos con el mismo valor final tendrá prioridad aquel cuyas consecuencias sean más graves.

Este método también permite tener en cuenta el coste económico de la posible intervención y el resultado que la misma tendrá sobre el riesgo y su valoración, para justificar la intervención que se propone.

$$\text{Justificación} = \frac{\text{Consecuencias} \times \text{Exposición} \times \text{Probabilidad}}{\text{Factor de coste} \times \text{Grado de corrección}}$$

Donde los valores de Grado de corrección y Factor de coste podrían tomarse de las siguientes tablas:

Tabla 1. Valoración de factor de coste

Factor de coste	Código numérico
Más de 60.000 €	10
Entre 30.000 y 60.000 €	6
Entre 10.000 y 30.000 €	4
Entre 1.000 y 10.000 €	2
Entre 25 y 100 €	1
Menos de 25 €	0,5

Tabla 2. Grado de corrección del riesgo

Grado de corrección	Código
Riesgo absolutamente eliminado 100%	1
Riesgo reducido al menos 75% pero no completamente	2
Riesgo reducido del 50% al 75%	3
Riesgo reducido del 25% al 50%	4
Ligero efecto sobre el riesgo (< 25%)	5

Este grado de justificación puede servir de criterio para emprender la actuación además de priorizar la actuación como ya se ha dicho. Como criterio orientativo se podría utilizar el siguiente:

Tabla 3. Criterio de justificación de inversión

Justificación	Interpretación
$J \leq 5$	No justificado
$5 < J \leq 9$	Justificación dudosa
$9 < J \leq 20$	Justificada

Deben considerarse todos los valores de referencia del método en cuestión, como criterios básicos, siendo cada organización la que determine con más exactitud estos valores en función de la multiplicidad de cuestiones a considerar en cada organización.

Se recomienda, por tanto, que en función de la propia experiencia que se vaya acumulando en la aplicación del método, la organización elabore su propia base de datos al respecto, determinando, por ejemplo, para según qué actividades, qué Grado de Peligrosidad se ha calculado sirviendo de referencia para valoraciones posteriores de otros riesgos.

De igual modo lo que en un momento determinado se considera como aceptable ($40 \leq G.P. < 85$), puede que a lo largo del tiempo sea inaceptable al haber reducido notablemente los riesgos que sobrepasaban ese valor de referencia.

Método del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo-España

Este método, al igual que el anterior, considera los aspectos relacionados con la probabilidad y las consecuencias que puede tener la materialización de un determinado suceso soportado por unos factores de riesgo concretos.

En este caso se parte de la detección de las deficiencias existentes en los lugares de trabajo, incluidas las de actuación de los trabajadores, para, a continuación, estimar la probabilidad de que ocurra un accidente y, teniendo en cuenta la magnitud esperada de las consecuencias, evaluar el riesgo asociado a cada una de dichas deficiencias.

Dado que este método, al igual que otros muchos, aporta una información de carácter orientativo, cabría contrastar el nivel de probabilidad de accidente que aporta el método a partir de la deficiencia detectada, con el nivel de probabilidad estimable a partir de otras fuentes más precisas, como por ejemplo datos estadísticos o de fiabilidad de componentes o de las personas en la realización de determinadas tareas.

Esta metodología no emplea valores reales absolutos de riesgo, probabilidad y consecuencias, sino sus «niveles» en una escala de cuatro posibilidades. Así, habla de «nivel de riesgo», «nivel de probabilidad» y «nivel de consecuencias». Existe un compromiso entre el número de niveles elegidos, el grado de especificación y la utilidad del método. Si se opta por pocos niveles no se podrá llegar a discernir entre diferentes situaciones. Por otro lado una clasificación más amplia de niveles hace difícil ubicar una situación en uno u otro nivel, sobre todo cuando los criterios de clasificación está en aspectos cualitativos.

Esta metodología considera el nivel de probabilidad como función del nivel de deficiencia y de la frecuencia o nivel de exposición a la misma.

El nivel de riesgos (NR) será por su parte función del nivel de probabilidad (NP) y del nivel de consecuencias (NC) y puede expresarse como:

$$NR = NP \times NC$$

En el siguiente Cuadro 5 se detalla el proceso a seguir para la realización de la evaluación con esta metodología.

Cuadro 5. Secuencia de aplicación método INSHT

1. Consideración del riesgos a analizar.
2. Elaboración del cuestionario de chequeo sobre los factores de riesgo que posibiliten su materialización.
3. Asignación del nivel de importancia a cada uno de los factores de riesgo.
4. Cumplimentación del cuestionario de chequeo en el lugar de trabajo y estimación de la exposición y consecuencias normalmente esperables.
5. Estimación del nivel de deficiencia del cuestionario aplicado.

6. Estimación del nivel de probabilidad a partir del nivel de deficiencia y del nivel de exposición.
7. Contraste del nivel de probabilidad a partir de datos históricos disponibles.
8. Estimación del nivel de riesgo a partir del nivel de probabilidad y del nivel de consecuencias.
9. Establecimiento de los niveles intervención considerando resultados obtenidos y justificación socio-económica.
10. Contraste de los resultados obtenidos con los estimados a partir de fuentes de información precisas y de la experiencia.

Nivel de deficiencia (ND)

En este método se llama nivel de deficiencia (ND) a la magnitud de la vinculación esperable entre el conjunto de factores de riesgo considerados y su relación causal directa con el posible accidente. Lo valores numéricos empleados en esta metodología y el significado de los mismos se indica en el siguiente Cuadro 6.

Cuadro 6. Determinación del nivel de deficiencia

Nivel de deficiencia	ND	Significado
Muy deficiente (MD)	10	Se han detectado factores de riesgo significativos que determinan como muy posible la generación de fallos. El conjunto de medidas preventivas existentes respecto al riesgo resulta ineficaz.
Deficiente (D)	6	Se ha detectado algún factor de riesgo significativo que precisa ser corregido. La eficacia del conjunto de medidas preventivas existentes se ve reducida de forma apreciable.
Mejorable (M)	2	Se han detectado factores de riesgo de menor importancia. La eficacia del conjunto de medidas preventivas existentes respecto al riesgo no se ve reducida de forma apreciable.
Aceptable (B)	—	No se ha detectado anomalía destacable alguna. El riesgo está controlado. No se valora.

Aunque el nivel de deficiencia puede estimarse de muchas formas, se considera idóneo el empleo de cuestionarios de chequeo que analicen los posibles factores de riesgo de cada situación.

A continuación (Cuadro 7) se incluye un ejemplo de cuestionario de chequeo tipo para controlar periódicamente el riesgo de golpes, cortes y proyecciones con herramientas manuales, en un centro de

Cuadro 7. Riesgos de golpes, cortes y proyecciones en herramientas manuales

Cuestionario de chequeo	SÍ	NO
1. Las herramientas están ajustadas al trabajo a realizar	❑	❑
1.1. Las herramientas son de buena calidad	❑	❑
1.2. Las herramientas se encuentran en buen estado de limpieza	❑	❑
2. La cantidad de herramientas disponible es insuficiente en función del proceso productivo y personas	❑	❑
3. Existen lugares y/o medios idóneos para la ubicación ordenada de las herramientas (paneles, cajas, ...)	❑	❑
4. Cuando no se utilizan las herramientas cortantes o punzantes, se disponen con los protectores adecuados	❑	❑
5. Se observan hábitos correctos de trabajo	❑	❑
5.1. Los trabajos se hacen de manera segura, sin sobreesfuerzos o movimientos bruscos	❑	❑
5.2. Los trabajadores están adiestrados en el manejo de herramientas	❑	❑
5.3. Se usan equipos de protección personal cuando se pueden producir riesgos de proyecciones	❑	❑

Criterios de valoración

Se valorará la situación como MUY DEFICIENTE cuando se haya respondido NO a una o más de la cuestiones 5, 5.2, 5.3.
Se valorará la situación como DEFICIENTE cuando no siendo muy deficiente, se haya respondido negativamente a la cuestión 1.
Se valorará la situación como MEJORABLE cuando no siendo muy deficiente ni deficiente se haya respondido negativamente a una o más de las cuestiones 1.1, 1.2, 2, 3, 5.1.
Se valorará la situación como ACEPTABLE en los demás casos.

trabajo, y en donde se indican los cuatro posibles niveles de deficiencia: MUY DEFICIENTE, DEFICIENTE, MEJORABLE y ACEPTABLE, en función de los factores de riesgo presentes. Una respuesta negativa a alguna de las cuestiones planteadas confirmaría la existencia de una deficiencia, catalogada según los criterios de valoración.

A cada uno de los niveles de deficiencia se ha hecho corresponder un valor numérico adimensional, excepto al nivel «aceptable», en cuyo caso no se realiza una valoración, ya que no se han detectado deficiencias.

En cualquier caso, lo destacable es que es necesario alcanzar en la evaluación un determinado nivel de deficiencia con la ayuda del criterio expuesto u otro similar.

Nivel de exposición (NE)

El nivel de exposición (NE) es una medida de la frecuencia con la que se da exposición al riesgo. Para un riesgo concreto, el nivel de exposición se puede estimar en función de los tiempos de permanencia en áreas de trabajo, operaciones en máquinas, etc.

Los valores numéricos, como puede observarse en el Cuadro 8 siguiente, son ligeramente inferiores al valor que alcanzan los niveles de deficiencias, ya que, por ejemplo, si la situación de riesgo está controlada, una exposición alta no debería ocasionar, en principio, el mismo nivel de riesgo que una deficiencia alta con exposición baja.

Cuadro 8. Determinación del nivel de exposición

Nivel de exposición	NE	Significado
Continuada (EC)	4	Continuamente. Varias veces en su jornada laboral con tiempo prolongado.
Frecuente (EF)	3	Varias veces en su jornada laboral, aunque sea con tiempos cortos.
Ocasional (EO)	2	Alguna vez en su jornada laboral y con período corto de tiempo.
Esporádida (EE)	1	Irregularmente.

Nivel de Probabilidad (NP)

En función del nivel de deficiencia de las medidas preventivas y del nivel de exposición al riesgo, se determinará el nivel de probabilidad (NP), el cual se expresará como producto de ambos términos:

$$\mathbf{NP = ND \times En}$$

En el siguiente Cuadro 9 se facilita la consecuente categorización

Cuadro 9. Determinación del Nivel de Probabilidad

		Nivel de exposición (NE)			
		4	3	2	1
Nivel de deficiencia (ND)	10	MA-40	MA-30	A-20	A-10
	6	MA-24	A-18	A-12	M-6
	2	M-8	M-6	B-4	B-2

En el Cuadro 10 se refleja el significado de los cuatro niveles de probabilidad establecidos.

Dado que los indicadores que aporta esta metodología tienen un valor orientativo, cabe considerar otro tipo de estimaciones, cuando se dispongan, de criterios de valoración más precisos. Así, por ejemplo, si ante un riesgo determinado se dispone de datos estadísticos de accidentalidad y otras informaciones que nos permitan estimar la probabilidad de que el riesgo se materialice, deberíamos aprovecharlos y contrastarlos, si cabe, con los resultados obtenidos a partir del sistema expuesto.

Cuadro 10. Significado de los diferentes niveles de probabilidad

Nivel de probabilidad	NP	Significado
Muy alta (MA)	Entre 40 y 24	Situación deficiente con exposición continuada, o muy deficiente con exposición frecuente. Normalmente la materialización del riesgo ocurre con frecuencia.
Alta (A)	Entre 20 y 10	Situación deficiente con exposición frecuente u ocasional, o bien situación muy deficiente con exposición ocasional o esporádida. La materialización del riesgo es posible que suceda varias veces en el ciclo de vida laboral.
Media (M)	Entre 8 y 6	Situación deficiente con exposición esporádica, o bien situación mejorable con exposición continuada o frecuente. Es posible que suceda daño alguna vez.
Baja (B)	Entre 4 y 2	Situación mejorable con exposición ocasional o esporádica. No es esperable que se materialice el riesgo, aunque puede ser concebible.

Nivel de consecuencias (NC)

Se consideran igualmente cuatro niveles para la clasificación de las consecuencias (NC). Se ha establecido un doble significado: por un lado, se han categorizado los daños físicos y, por otro, los daños materiales. El método evita establecer una traducción monetaria de éstos últimos, dado que su importancia será relativa en función del tipo de empresa y de su tamaño. Ambos significados deben ser considerados independientemente, teniendo más peso el daño a las personas que los daños materiales. Cuando las lesiones no son importantes la consideración de los daños materiales debe ayudar a establecer prioridades con un mismo nivel de consecuencias establecido para las personas.

Como se puede comprobar en el Cuadro 11, la escala numérica de consecuencias es muy superior a la de probabilidad. Ello es debido a que el factor consecuencias debe tener siempre un peso mayor en la valoración.

Cuadro 11. Determinación del nivel de consecuencias

Nivel de consecuencias	NC	Significado	
		Daños personales	Daños materiales
Mortal o catastrófico (M)	100	1 muerto o más	Destrucción total del sistema (difícil renovarlo)
Muy Grave (MG)	60	Lesiones graves que pueden ser irreparables	Destrucción parcial del sistema (compleja y costosa reparación)
Grave (G)	25	Lesiones con incapacidad transitoria (IT)	Se requiere paro de proceso para efectuar la reparación
Leve (L)	10	Pequeñas lesiones que requieren hospitalización	Reprable sin necesidad de paro del proceso

Se observa también que los accidentes con baja se han considerado como consecuencias graves. Con esta consideración el método pretende ser más exigentes a la hora de penalizar las consecuencias sobre las personas debido a un accidente, que aplicando el criterio médico-legal. Además, podemos añadir que los costes económicos de un accidente con baja aunque suelen ser desconocidos son muy importantes.

Debe tenerse en cuenta que cuando se refiere a las consecuencias de los accidentes, se trata de las normalmente esperadas en caso de materialización del riesgo.

Nivel de riesgo (NR) y nivel de intervención (NI)

En el siguiente Cuadro 12 se puede determinar el nivel de riesgo y, mediante agrupación de los diferentes valores obtenidos, establecer bloques de priorización de las intervenciones, a través del establecimiento de cuatro niveles (indicados en el cuadro con cifras romanas).

Los niveles de intervención obtenidos tienen un valor orientativo. Para priorizar un programa de inversiones y mejoras, es imprescindible introducir la componente económica y el ámbito de influencia de la intervención. Así, ante resultados similares, estará más justificada una intervención prioritaria cuando el coste sea menor y la solución afecte a

Cuadro 12. Determinación del nivel de riesgo y de intervención
NR = NP × NC

Nivel de consecuencias (NC)	Nivel de probabilidad (NP)			
	40-24	**20-10**	**8-6**	**4-2**
100	I 4000-2400	I 2000-1200	I 80-600	II 400-200
60	I 2400-1440	I 1200-600	II 480-360	II 240 / 120 III
25	I 1000-600	II 500-250	II 200-150	III 100-50
10	II 400.240	II 200 / 100 III	III 80-69	III 40 / 20 IV

un colectivo de trabajadores mayor. Por otro lado, no hay que olvidar el sentido de importancia que den los trabajadores a los diferentes problemas. La opinión de los trabajadores no sólo ha de ser considerada, sino que su consideración redundará ineludiblemente en la efectividad del programa de mejoras.

El nivel de riesgo viene determinado por el producto del nivel de probabilidad y por el nivel de consecuencias. En el Cuadro 13 se establece la agrupación de niveles de riesgo que originan los niveles de intervención y su significado.

Cuadro 13. Significado del nivel de intervención

Nivel de intervención	NR	Significado
I	4000-600	Situación crítica. Corrección urgente.
II	500-150	Corregir y adoptar medidas de control.
III	120-40	Mejorar en lo posible. Sería conveniente justificar la intervención y su rentabilidad.
IV	20	No intervenir, salvo que un análisis más preciso lo justifique.

Es conveniente, una vez que se tiene una valoración de los riesgos, contrastar estos resultados con datos históricos de otros estudios realizados. Además de conocer la precisión de los valores obtenidos podremos ver la evolución de los mismos y si las medidas correctoras, desde que se aplicaron, han resultado adecuadas.

El mismo organismo que elaboró el método hasta aquí descrito publicó en un Documento Divulgativo una simplificación del mismo, que básicamente se resume en el siguiente Esquema 1.

Esquema 1. Niveles de riesgo

Probabilidad	Consecuencias		
	Ligeramente dañino	**Dañino**	**Extremadamente dañino**
Baja	Riesgo trivial	Riesgo tolerable	Riesgo moderado
Media	Riesgo tolerable	Riesgo tolerable	Riesgo importante
Alta	Riesgo moderado	Riesgo importante	Riesgo intolerable

La interpretación en cuanto a la acción y su temporización en función del nivel de riesgo es la siguiente:

Esquema 2.

Riesgo	Acción y temporización
Trivial	No se requiere acción específica.
Tolerable	No se necesita mejorar la acción preventiva. Sin embargo se deben considerar soluciones más rentables o mejoras que no supongan una carga económica importante. Se requieren comprobaciones periódicas para asegurar que se mantiene la eficacia de las medidas de control.
Moderado	Se deben hacer esfuerzos para reducir el riesgo, determinando las inversiones precisas. Las medidas para reducir el riesgo deben implantarse en un periodo de tiempo determinado. Cuando el riesgo moderado está asociado a consecuencias extremadamente dañinas, se precisará una acción posterior para establecer, con más precisión, la probabilidad de daño como base para determinar la necesidad de mejora de las medidas de control.

Esquema 2. *(Continuación)*

Riesgo	Acción y temporización
Importante	No debe comenzarse el trabajo hasta que se haya reducido el riesgo. Puede que se necesiten recursos considerables para controlar el riesgo. Cuando el riesgo corresponda a un trabajo que se está realizando, debe remediarse el problema en un tiempo inferior al de los riesgos moderados.
Intolerable	No debe comenzar ni continuar el trabajo hasta que se reduzca el riesgo. Si no es posible reducir el riesgo, incluso con recursos ilimitados, debe prohibirse el trabajo.

Un modelo de formato para la realización de la evaluación del riesgo con el método simplificado descrito, es el siguiente:

Formato I. Modelo para Evaluación de Riesgos

Evaluación de riesgos				Hoja: __ de __							
Localización:				**Evaluación** ❑ Inicial ❑ Periódica							
Actividad/Puesto de trabajo:				Fecha de evaluación:							
N.º trabajadores: Adjuntar relación nominal				Fecha última evaluación:							
Factor de riesgo	Probabilidad			Consecuencias			Estimación del riesgo				
	B	M	A	LD	D	ED	T	TO	M	I	IN
1.											
2.											
3.											
4.											
5.											
6.											
7.											
8.											

2.6. Control de los riesgos

Cada una de las situaciones de riesgo que han sido evaluadas y son susceptibles de corrección, deben someterse a una fase de estudio, en la que se intentará encontrar la solución más operativa a los factores determinantes de la situación de riesgo estudiado.

Los métodos de control de los riesgos deberán seleccionarse atendiendo a su eficacia en la resolución del problema y de acuerdo con las premisas siguientes:

a) Combatir los riesgos en su origen.
b) Adaptar el trabajo a la persona, en particular en lo que respecta a la concepción de los puestos de trabajo, así como a la elección de equipos y métodos de trabajo y de producción, con mira, en particular a atenuar el trabajo monótono y repetitivo y a reducir los efectos del mismo en la salud.
c) Tener en cuenta la evolución de la técnica.
d) Sustituir lo peligroso por lo que entrañe poco o ningún riesgo.
e) Adoptar las medidas que antepongan la protección colectiva a la individual.
f) Dar las debidas instrucciones a los trabajadores

Resulta evidente que estos planteamientos deben adoptarse para cada caso de forma unitaria o conjunta, no excluyendo la aplicación de uno de ellos en la de los restantes. Además, se observará que la aplicación en orden descendente de la relación de premisas planteadas tiende a restar eficacia, en muchos casos, a la medida correctora propuesta.

A su vez y en general, todas las medidas correctoras que puedan ser estudiadas, deberán tener en cuenta unos principios básicos que pueden ser resumidos en los siguientes puntos:

1.º Correspondencia con la situación de riesgo

Este aspecto es evidentemente fundamental y tiene que ser tenido en cuenta, con independencia de que la misma medida correctora pueda servir por sí misma o combinando su actuación con otra para la solución de algún otro problema colateral.

2.º Viabilidad práctica

Una medida correctora, sobre todo, tiene que ser realizable prácticamente desde el punto de vista real.

Por ello, debe estar totalmente adaptada al proceso productivo, del elemento o de la instalación.

Este planteamiento puede parecer muy simple y por lo tanto de innecesario el comentario, pero la experiencia apunta que en muchas situaciones propuestas y/o soluciones realizadas de buena fe y técnicamente perfectas para la resolución del problema por parte de los técnicos (prevención, mantenimiento, producción, etc.), se consideran utópicas por parte de la organización. Esta situación lleva a la toma de decisiones de tipo «binario», es decir, todo o nada, y como la solución propuesta no se puede asumir se decide no tomar ninguna decisión al respecto, asumiendo que el riesgo evaluado no se puede reducir y mucho menos eliminar, a pesar de que tenga un valor alto o muy alto.

3.º Eficacia correctora

Es normal encontrar varias medidas correctoras de posible aplicación a una misma situación de riesgo, pero cuya diferencia sea la distinta actuación sobre el riesgo, que puede dar como consecuencia una mayor o menor disminución del grado de riesgo encontrado.

Para poder determinar cuál de estas medidas correctoras es la que conviene aplicar, se deberá determinar si elimina el riesgo o bien reduce su grado, siendo evidente que la mejor solución es la que consigue eliminar el riesgo. En el otro caso se deberá calcular cuál es el nuevo valor del grado de riesgo que se obtendrá con la aplicación de cada solución, así como su desviación respecto del valor tomado como grado de riesgo tolerado.

Desde otro punto de vista, pero en estricta relación con este principio de eficacia correctora, debe figurar el hecho de que una medida correctora no debe presentar o potenciar la aparición de nuevos riesgos. Este aspecto, que es tan evidente, no siempre queda contemplado y afecta normalmente a problemas de diseño.

4.º Factor de Coste

En muchas ocasiones este será el elemento decisivo que permitirá elegir entre las posibles medidas correctoras que hayan podido ser estudiadas y seleccionadas, de acuerdo con los principios anteriores.

La consideración del Factor de Coste en el proceso de estudio y selección de medidas correctoras puede ser, y de hecho lo es, muy discutido en el sentido de que, al menos aparentemente, no debería condicionarse la efectividad de una medida correctora a su coste.

No debe olvidarse que los recursos económicos en la empresa son finitos y que prima un principio de ahorro de costes, aunque en el tema de que se trata, como es bien sabido, no se pueden valorar todas las cuestiones de costes posibles, existiendo además parámetros que no se pueden transponer de forma directa a valor monetario (p.e.: deterioro del clima laboral, daño físico a las personas, pérdida de imagen corporativa, etc.).

Resulta lógico plantear el control de la eficacia preventiva de la medida correctora aplicada, que, aunque es importante, resulta a menudo olvidado, sobre todo cuando no existe una organización preventiva definida que tengan asignada esa función.

Su necesidad resulta evidente, si se considera que la medida correctora puede resultar con mayor o menor eficacia respecto a la utilidad que había sido pensada, o incluso que la modificación de un determinado proceso de trabajo podría llegar a alterar la efectividad de la misma, por lo que es necesaria una revisión periódica de estas condiciones.

En realidad el proceso de control de la eficacia preventiva es el inicio de una nueva Evaluación de Riesgos, que podría ser calificada como Revisión de la Evaluación de Riesgos, que trata de detectar los cambios que se han producido desde la evaluación anterior, bien por el previsible cambio en las condiciones de trabajo o debido a la aplicación de las medidas correctoras incluidas en el Plan de Acción Preventiva derivada de la anterior evaluación.

Esto lleva a pensar que, en consecuencia, no es posible prescindir de esta técnica una vez se han detectado riesgos, sino que es imprescindible la programación de nuevas evaluaciones de riesgos de forma sistemática, para poder mantener un **control** de la evolución de los diferentes riesgos detectados, y un **control** sobre la aparición de nuevos factores de riesgo.

Este proceso que se puede denominar de mejora continua, y que encaja perfectamente con la cultura de gestión existente en la mayor

parte de las empresas, permite ir disminuyendo el rango del nivel de riesgo aceptable en la medida que se vayan solucionando los riesgos que estaban por encima de ese grado.

Así por ejemplo, una evaluación de riesgos que clasificase un determinado riesgo en el puesto número tres, de una hipotética lista según el nivel de riesgo, una vez aplicada la medida preventiva decidida podría pasar a ocupar el puesto número doce de esa misma lista, teniendo por encima en grado a riesgos que en una primera evaluación se daban por aceptables, según la comparación relativa aplicada, y que ahora pasa a considerarse que requiere una intervención para su eliminación o reducción, al tener un valor relativo mayor.

Aunque no están específicamente diseñados para la evaluación de riesgos laborales que pueden provocar daños a los trabajadores, existen otros métodos de evaluación de riesgos enfocados a la seguridad de las instalaciones y procesos de trabajo, que pueden tener influencia, como no, en la seguridad física de los trabajadores.

Se nombrar a continuación con lo que se consideran de mayor difusión y aplicación en la industria.

Índices de Dow y Mond

Estos índices permiten realizar una evaluación rápida de los riesgos en una unidad de proceso de una industria química. Se fundamentan en asignar una serie de penalidades y bonificaciones al sistema objeto de estudio. El índice de Mond, presenta la diferenciación de tener en cuenta la toxicidad de los productos. Estos índices, evalúan el número de días probables que la unidad estará fuera de servicio y el costo aproximado que esto supone.

Método «qué ocurre si ...»

Es un estudio sistemático de un proceso o de una operación, mediante unas preguntas que empiezan todas por «¿qué sucedería si ...?», obteniéndose de este modo una serie de respuestas al posible riesgo.

Método Hazop

Consiste en estudiar las posibles variaciones en el funcionamiento de una planta de proceso química, para averiguar posibles situaciones

accidentales. Este estudio se realiza mediante la utilización de unas «palabras guía», que son:

- No (*none*).
- Más de (*more of*).
- Menos de (*less of*).
- Parte de (*part of*).
- Más que (*more than*).
- Otro (*other than*).

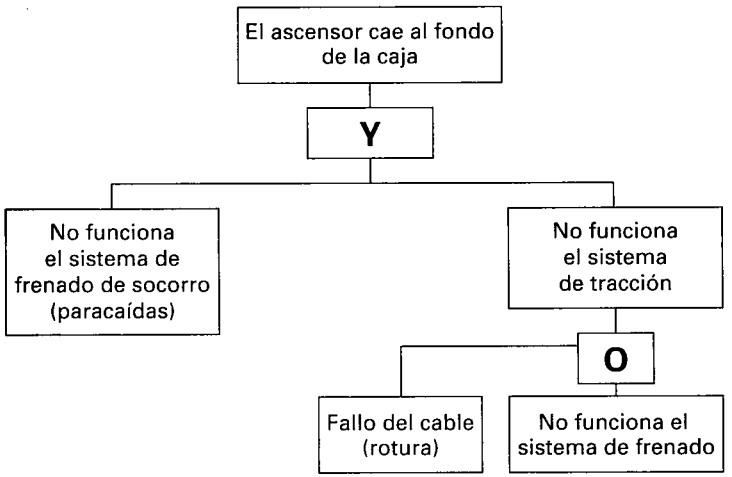
Estas palabras se aplican en unas reuniones de un equipo multidisciplinario (formado por el ingeniero proyectista, ingeniero de proceso, el instrumentista, el químico de investigación, etc.), el cual se dedica a alterar el funcionamiento de la planta, siguiendo las palabras guía.

Análisis por árbol de fallos

El método del árbol de fallos, nos permite que, partiendo de un suceso peligroso como puede ser un incendio, una explosión, un escape de gas tóxico, etc., podamos llegar a las causas que dan lugar a este incidente. El suceso recibe el nombre de evento final y se coloca en la parte alta del árbol, apareciendo las posibles causas del suceso (subsucesos), desarrollando éstos una rama del árbol, que se van relacionando a través de unas entradas «y» (los sucesos deben darse simultáneamente) o entradas «o» (cuando no es necesaria esta simultaneidad). Ver Cuadro 14.

Este es un análisis cualitativo y cuantitativo, ya que permite asignar valores de frecuencia de fallos, para poder estimar la frecuencia de fallo probable del evento final.

Cuadro 14. Ejemplo de árbol lógico de fallos



Suceso

Y — Puerta que condiciona la actualización de un suceso a los de los sucesos que la anteceden

O — Puerta que, para salida, necesita cualquier vía de entrada

2.7. La investigación de accidentes

La investigación de accidentes es un capítulo importante de la prevención y debe incluir tanto los análisis de las causas, como averiguar que las constataciones de los hechos se ajustan a la realidad.

Es evidente que en muchas ocasiones, no solamente resulta difícil averiguar las causas de los accidentes, sino las propias circunstancias en las que se produjeron.

Confirmar que una persona fue lesionada por una máquina y no por otra más «reglamentaria»; o que una persona se cayó desde una plataforma protegida y no desde otra antirreglamentaria; o que estaba efectuando una operación y no otras, forma parte imprescindible de la investigación de los accidentes, pero no constituye toda la investigación ni mucho menos sustituye a un análisis del accidente.

La investigación de accidentes como técnica analítica «a posteriori» tiene como finalidad obtener la información más completa y precisa posible sobre las causas y circunstancias del accidente, mientras que el objetivo último es:

a) Evitar que sucedan en el futuro accidentes similares.
b) Descubrir nuevos riesgos donde existan.
c) Conducir a la implantación de medidas correctivas.

Metodología

Los procedimientos de investigación de accidentes pueden ser muy complejos y pueden incluir muchas de las fases y pasos que se siguen en el diagrama del Cuadro 15, pero en cualquier caso, deberán tener en cuenta las siguientes fases:

1.ª FASE: **Constatación de lesiones, agentes reales.** Indicación de los equipos, máquinas, herramientas, sustancias, etc., que produjeron tales lesiones así como otros datos identificativos.

2.ª FASE: **Descripción del accidente.** Relación de antecedentes, circunstancias, condiciones que estaban presentes cuando se produjo el accidente.

3.ª FASE: **Análisis de las causas.** Selección de factores que introducidos o modificados hubieran hecho inevitable el accidente.

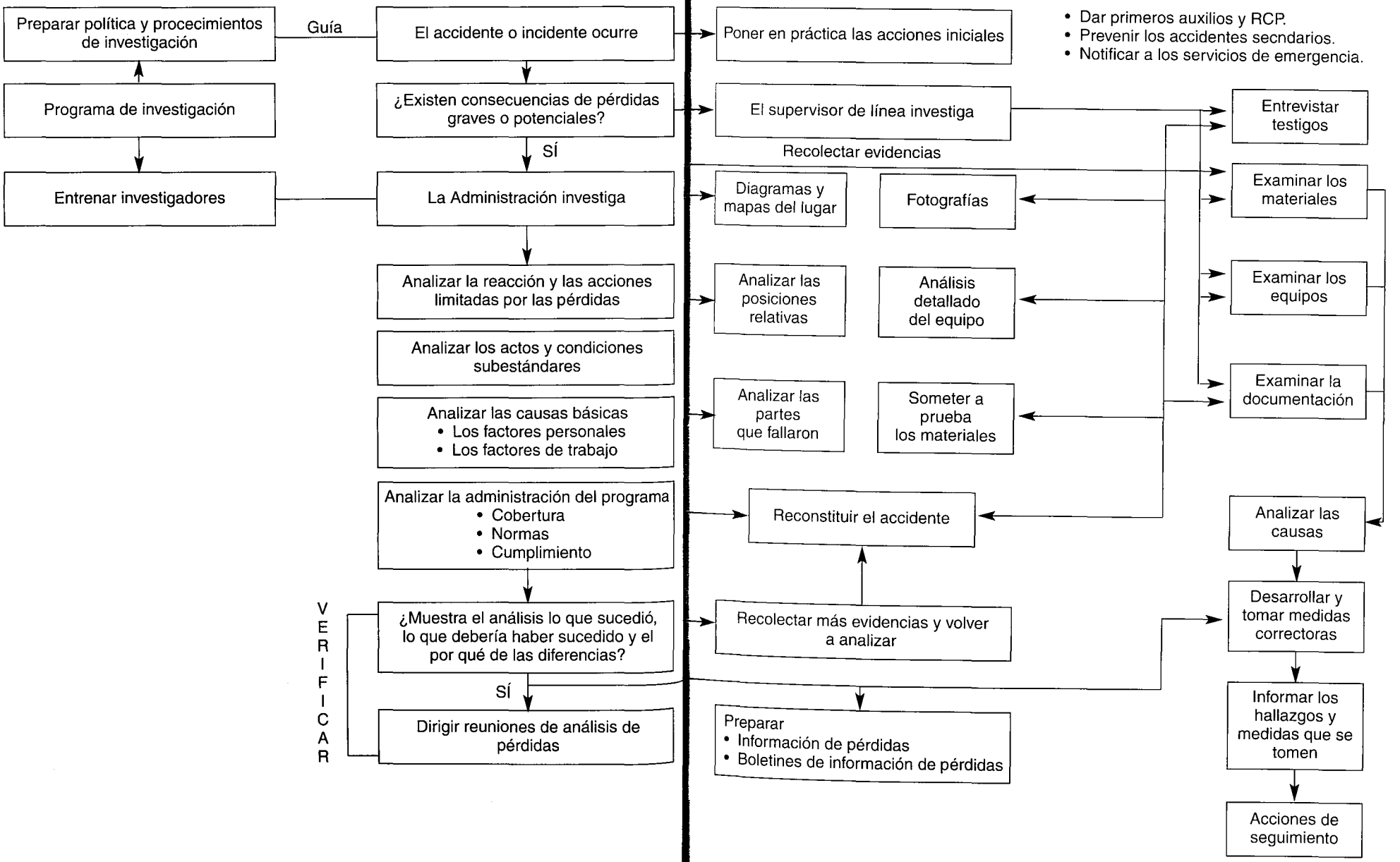
4.ª FASE: **Medidas preventivas.** Propuestas concretas a nivel técnico o de organización.

La primera y la segunda fase, son fases que podríamos denominar «notariales», pues únicamente levantan acta fehacientemente de «lo que», «cuándo», «cómo» y «con qué» se produjeron los hechos: lesiones, equipos, productos, horario, lugares, operaciones, etc.

La tercera fase del análisis es realmente la que explica el porqué de los hechos, y hacia donde deben dirigirse las correcciones hasta un nivel donde la prevención quede garantizada por factores estables o permanentes: gestión, organización, sistemas de protección y control de los mismos. La concreción y materialización de dichas propuestas será la cuarta fase.

Por todo lo indicado hasta el momento se deduce que, para eliminar las causas de los accidentes, y consiguientemente para la mejora

Cuadro 15. Diagrama de flujo de la investigación de accidentes



apreciable del nivel de seguridad, tiene que proponerse y producirse algún cambio en el sistema de trabajo, bien a nivel técnico, bien de proceso o de organización.

Tipos de investigación de accidentes

En función de los fines de la Investigación, se pueden clasificar según los tipos descritos en el Cuadro 16.

Cuadro 16. Investigación de accidentes

Tipos	Ámbito	Ejecución
En línea	Todos los accidentes, atendiendo a un doble objetivo: – Notificar la totalidad. – Tomar medidas correctoras dando prioridad a aquellas que presentan un mayor potencial de consecuencias.	Realizada por el mando intermedio, aunque puede estar asesorado por especialistas.
Especializada	– Todos los accidentes graves o mortales. – Los que presentan notable frecuencia repetitiva. – Otros criterios a juicio de especialistas.	Realizada por el técnico de prevención. Se recomienda que estas investigaciones se realicen en presencia del mando intermedio directo y/o personal de línea.
Exterior	– Determinación de incumplimiento legal.	– Personas externas a la empresa. – Órganos de Administración del Estado.

Indice guía para informe de investigación especializada

No hay un modelo normalizado, existiendo una gran variedad de ellos. Se presenta a continuación en el Cuadro 17 un índice que puede servir como orientación para su confección.

Cuadro 17. Informe de investigación especializada

Identificación	Condicionantes	Causas principales	Medidas correctoras		
Accidente: – Fecha, hora del día, hora de trabajo, lugar. – Puesto de trabajo y dependencia. – Consecuencias humanas y materiales. – Referencias informe de accidente de línea. Investigación: – Investigación y fecha. – Lugares visitados. – Personas consultadas. – Mediciones técnicas.	Descripción del trabajo: – Resumen del método de trabajo que se realizaba. – Fase de trabajo en que se inició el accidente. Descripción del accidente: – Desarrollo cronológico y estricto de hechos deducidos. – Si procede, apoyo con fotografías, esquemas, etc. Información trascendente.	Primarias o del riesgo: – Técnicas. – Humanas. Secundarias o del suceso: – Técnicas. – Humanas. Terciarias o de las consecuenc ias: – Técnicas. – Humanas.	Previsión: – Técnicas. – Humanas. Prevención: – Técnicas. – Humanas. Protección: – Técnicas. – Humanas.	OPINIÓN GLOBAL	CONCLUSIONES

La investigación de accidentes debe ser una herramienta que debe ser utilizada con destreza y eficacia por aquellas personas que tienen responsabilidades en materia de prevención de riesgos en la empresa.

Si bien es aceptado que resulta muy improbable que un accidente se repita tal y como ha sucedido con anterioridad, y ello podría hacer pensar que la investigación del mismo no resulta una medida o actuación preventiva sobre el accidente en cuestión, es evidente que alguna de las causas del mismo pueden ser a su vez causa de otros accidentes similares o no. Será por lo tanto una medida preventiva para futuros sucesos, aunque para el que ya ha sucedido no es posible aplicar ya ninguna prevención.

Del mismo modo resulta conveniente y adecuado que el sistema de prevención de la empresa indague no sólo sobre las causas de los su-

cesos que provocan daños personales, sino también sobre aquellos que provocan daños materiales y podrían haber provocado daños personales, aunque en ese momento o suceso no lo haya sido así.

Si bien es cierto que la seguridad absoluta no existe, también lo es que existen indicadores que nos advierten de la probable inmediatez de un accidente; estos indicadores son los que se conocen como accidentes blancos, sólo daños materiales, e incidentes, ni daños materiales ni personales.

Si se actúa sobre estos indicadores se estará cumpliendo con el objeto fundamental de nuestra legislación en materia de prevención de riesgos laborales: la protección eficaz en materia de seguridad y salud laboral.

De multitud de estudios (HENRICH, BIRD, PEARSON, etc.), se deduce que antes de que ocurra un accidente siempre se nos presentan situaciones que debemos mejorar para que aquellos no se lleguen a producir.

Entre las metodologías que existen para la investigación de accidentes se encuentran las que se resumen a continuación:

2.8. Arbol de causas

Todo accidente no se produce por una única causa sino por múltiples y en ningún caso puede reducirse solamente a los errores humanos o a los errores técnicos.

Siempre al construir el árbol nos vamos a encontrar una actividad del ser humano entre los primeros eslabones; la investigación será tanto mejor cuanto más profundicemos en la misma para llegar a las causas básicas que originaron el accidente. El análisis superficial lleva a calificar el incidente como fortuito, «un accidente más».

Casi tan malo como eso es limitar el análisis a señalar un error humano de la persona que sufra el accidente, pues, aun pudiendo ser así, eso se debe a que anteriormente otro ser humano, NO HA PODIDO, NO HA QUERIDO o NO HA SABIDO prevenir los riesgos; la mayor parte de las veces quienes conciben, programan, organizan el trabajo no son los propios trabajadores encargados de su ejecución.

El análisis de los accidentes no es un fin en si mismo, sino un medio: el conocimiento de las causas de los accidentes sólo es viable y tiene interés cuando llega a utilizarse para llevar a cabo acciones de prevención.

- El análisis de los accidentes no sustituye a las demás técnicas preventivas, tales como el estudio del puesto de trabajo o los análisis «a priori» (inspecciones de seguridad y evaluaciones de riesgos).
- El método del árbol de causas no es un teoría del accidente: su uso es compatible con otro nivel de análisis más globales.
- La práctica del análisis de los accidentes y en particular la utilización del método Arbol de Causas debe ser objeto de un trabajo en grupo.

Este método se basa en la concepción de que existen múltiples causas del accidente.

Se trata de un procedimiento «ascendente» o inductivo: parte del accidente pero remonta hacia los disfuncionamientos que lo provocaron y que contribuyeron a provocarlo. Es un procedimiento tipo «diagnóstico» que busca identificar el estado del sistema conociendo el síntoma.

La ventaja que presenta este método es que, por un lado, mediante una secuencia lógica y sencilla, podemos llegar a profundizar en los hechos causantes del accidente más alejados de la lesión («hechos básicos»).

Esta situación permite la otra actuación importante en prevención, priorizar actuaciones, ya que si un «hecho básico» aparece en muchos accidentes, su corrección evitará todos aquellos accidentes semejantes actuando sobre una sola causa.

Las tareas que implican la aplicación del método y su explotación, son las siguientes:

Recopilación de la información

Se debe recoger información sobre hechos concretos y objetivos (hechos reales) y no interpretaciones y juicios de valor.

¿Cuándo?

Lo más pronto posible, después del accidente/incidente, personándose en el lugar de los hechos para recoger la máxima información sobre los mismos. Si se deja transcurrir tiempo, las modificaciones de las condiciones de trabajo pueden no permitir detectar situaciones que después son difíciles de comprobar.

¿Quién?

Las personas que van a realizar la investigación tendrán conocimiento de la actividad y su forma habitual de ejecución.

Generalmente la persona o personas que realizan la investigación son conocedoras de los métodos analíticos utilizados en la investigación de accidentes, pero puede ser que no sean conocedoras del trabajo; en estos casos deberán ir acompañadas por el responsable del departamento donde se produjo el accidente.

¿Cómo?

La información debe cubrir los siguientes aspectos sin que el orden que se indica deba ser prioritario.

- Recogida de muestras y mediciones.
- Información de testigos.
- Análisis del técnico o técnicos.

Una vez que se tiene toda la información es necesario ordenar cronológicamente todos los «hechos» recogidos para representarlos gráficamente en los que se denomina «árbol de causas del accidente».

La denominación del método como «árbol de causas» se debe a que su representación semeja la estructura de un árbol donde el punto de arranque es la lesión y las ramas son los «hechos» que lo han originado.

Para iniciar el análisis del accidente se debe partir del primer acontecimiento del que se tenga conocimiento, es decir del accidente (el incidente o el daño), aunque lo cierto es que este es el último de una cadena de hechos.

Este hecho accidental es llamado «último hecho».

Los hechos que lo explican y lo preceden son llamados «hechos anteriores».

El orden cronológico que hay que seguir desde el «último hecho» es el siguiente:

1.º Interrogación a partir del último hecho

¿Qué ha hecho falta que pasara «inmediatamente antes» para que este último hecho se produzca?

Ejemplo: un resbalón en un charco de aceite

Último acontecimiento: el resbalón (A)

Pregunta: ¿Qué ha hecho falta para que este resbalón se produzca?
Respuesta: Que haya un charco de aceite (1)

Esta situación produce un Encadenamiento



Que significa que el hecho 1 provoca la consecuencia A

2.º Interrogación del hecho anterior

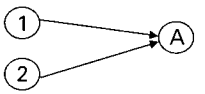
¿ El hecho anterior puesto en evidencia es suficiente para explicar el último acontecimiento?.

En el ejemplo que se está manejando: ¿El charco de aceite es suficiente para explicara el resbalón?

Si la respuesta es que si, tenemos el encadenamiento anterior.
Si la respuesta es que no, es «necesario» encontrar otros hechos.
Por ejemplo: no llevar calzado con suela antideslizante

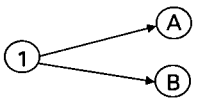
Se produciría una **conjunción** de dos hechos.
En el ejemplo: — El charco
— La ausencia de calzado antideslizante

La representación de esta conjunción sería:



3.º ¿El hecho anterior tiene otras consecuencias?

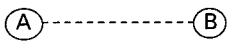
Ejemplo: Han caido ramas (A) sobre la calzada después de una tormenta ←. Esta misma tormenta ha roto igualmente hilos telefónicos (B)



En esta situación se dice que hay una **disyunción**

4.º ¿ Otros hechos gravitan alrededor del último hecho o de los hechos anteriores, cuyo conocimiento y puesta en marcha son útiles para la prevención?

Ejemplo: El trabajador del accidente (A) ha tenido ya varios accidentes (B)



Se trata de **relaciones indirectas**

Cada hecho, sin excepción, es interrogado exactamente como el último con ayuda de estas cuatro preguntas:

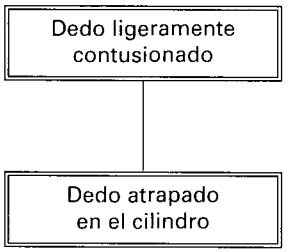
Preguntas del método «árbol de causas» para el análisis de accidentes

1.ª ¿Qué ha hecho falta que pasara inmediatamente antes para que este hecho se produzca?
2.ª ¿ El hecho anterior puesto en evidencia es suficiente para explicar el acontecimiento sobre el que se pregunta?.
3.ª ¿El hecho anterior tiene otras consecuencias?
4.ª ¿Otros hechos gravitan alrededor del acontecimiento sobre el cual preguntamos y cuyo conocimiento permite precisar el contexto en el que el accidente se ha producido?

Para mayor claridad en la comprensión del método se plantea el siguiente ejemplo: «Queriendo limpiar en marcha un cilindro de su máquina, Pedro se ha atrapado la mano. Ha podido parar la máquina y no ha tenido más que un dedo ligeramente contusionado».

Último hecho: Dedo ligeramente contusionado

Cuestión 1: ¿Qué ha hecho falta que pasara inmediatamente antes para que este hecho se produzca?
Respuesta1: Pedro ha tenido el dedo atrapado a punto de entrar en el cilindro, produciéndose ligeras contusiones.



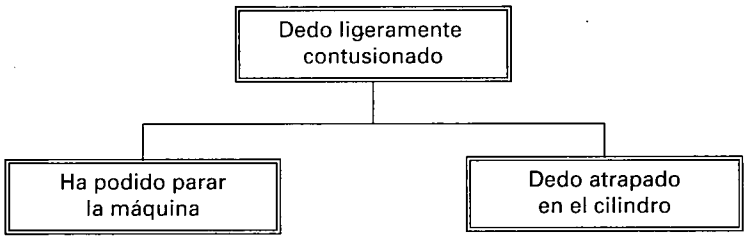
Cuestión 2: ¿ El hecho anterior puesto en evidencia es suficiente para explicar el acontecimiento sobre el que se pregunta?.
Respuesta 2: Sí, porque ha habido contusiones, y no porque éstas no sean más que ligeras.

Ha hecho falta que Pedro pudiera parar la máquina, ya que, si no, las consecuencias, presumiblemente, hubieran sido otras y no sólo el dedo ligeramente contusionado. Se trata de un hecho que ha conseguido disminuir las consecuencias y que es útil conocer.

Cuestión 3: ¿El hecho anterior tiene otras consecuencias?
Respuesta 3: No se tiene información de que así haya sido, por lo tanto la respuesta es no.

Cuestión 4.ª: ¿Otros hechos gravitan alrededor del acontecimiento sobre el cual preguntamos y cuyo conocimiento permite precisar el contexto en el que el accidente se ha producido?
Respuesta 4.ª: No se tiene información al respecto, lo que conduce a una respuesta negativa.

El esquema/organigrama del que dispondríamos sería el siguiente:



Se disponen de dos hechos anteriores que van a ser «cuestionados» para buscar antecedentes. Para mayor simplicidad en el ejemplo se pregunta directamente aquellas cuestiones que tiene una respuesta que dan información relevante para confeccionar el esquema.

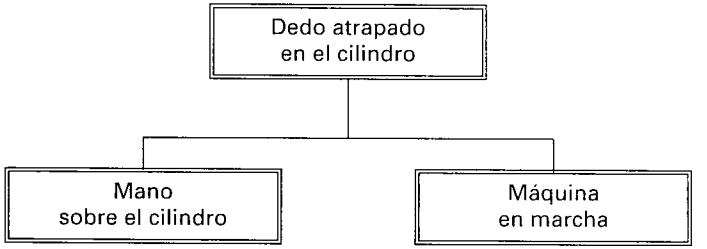
Cuestión 5: ¿Qué ha hecho falta para que Pedro pudiera parar su máquina?
Respuesta 5: La descripción del accidente no lo dice pero se puede encontrar un ejemplo: dispositivo de parada de emergencia al alcance de la mano.

En un caso real habría que indagar sobre esta cuestión para encontrar la respuesta y no presuponer que hay una parada de emergencia accesible.

Cuestión 6: ¿Qué ha hecho falta para que Pedro se atrapase un dedo en el cilindro?
Respuesta 6:Hace falta que tuviese la mano sobre el cilindro



Cuestión 7: ¿El hecho de tener la mano sobre el cilindro es suficiente para explicar que el dedo haya sido atrapado?
Respuesta 7: No, hace falta también que la máquina estuviera en marcha.



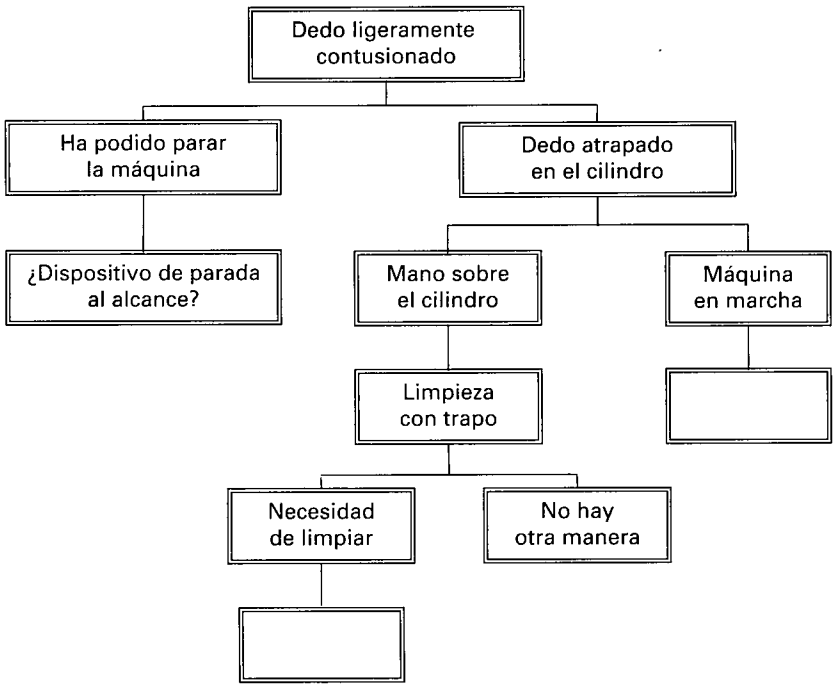
Cuestión 8: ¿Qué ha hecho falta para que Pedro tenga la mano sobre el cilindro?
Respuesta 8: Que él limpiase el cilindro (por ejemplo)

Cuestión 9: ¿ Es suficiente?
Respuesta 9: Sí

Cuestión 10: ¿Qué ha hecho falta para que Pedro limpie el cilindro?
Respuesta 10: Que fuera necesario limpiarlo

Cuestión 11: ¿Es suficiente?
Respuesta 11: No, ha hecho falta también que no hubiera otro sistema de limpieza.

Con esta secuencia, que debe considerarse como un ejemplo y nunca como la aplicación real del método ya que en algún caso se ha utilizado ejemplos o posibles respuesta sin contrastar, se tiene varios elementos del organigrama de este suceso.



Se debe tener en cuenta que un caso real habría que seguir efectuando otras preguntas y obteniendo otras respuestas (casillas en blanco).

Se dejará de preguntar cuando las respuestas no hacen progresar más en el reconocimiento de los acontecimientos.

Ejemplo: ¿Qué ha hecho falta para que el dispositivo de parada estuviera al alcance?

Respuesta: Por construcción es así.

Estando trazado el organigrama se deberá verificar su exactitud, revisando de abajo a arriba. Se asegura así que cada hecho anterior es la causa del hecho que le sigue (arriba en el gráfico) por ello se hace la pregunta: ¿Y es el hecho «X» el que provoca «Y»?.

Este método tiene como objetivo identificar las causas del suceso/accidente que se analiza, o, a menudo se plantea que si una determinada causa no hubiera existido el accidente no se hubiera producido, o con la tendencia a contentarse con una solución que elimina, la que parece ser causa principal del accidente.

Esta actitud puede generar ciertos problemas, hay que considerar que todos los hechos o causas son importantes.

Como criterio general se debe plantear que cuanto más descendamos en el árbol de las causas, más no alejamos del hecho último que analizamos (accidente), la causa que tratemos tendrá más peso específico en el posible origen que desencadenó el accidente. Se podría afirmar que la causa o causas principales, en la mayor parte de los casos, serán antecedentes muy anteriores (temporal, organizativa y conceptualmente) al suceso que analicemos.

Este método, al igual que otros, tiene ciertos problemas que pueden restarle eficacia si no se consideran en su aplicación.

Generalmente, nunca se comienzan las cosas por el final sino por el principio, el tener que retroceder en los hechos requiere romper con hábitos fuertemente arraigados.

Cuando aparecen hechos independientes pero que sucedieron cronológicamente, se tiende a relacionarlos secuencialmente y no en conjunción (ver punto aspectos de la disonancia cognitiva en apartados anteriores).

Aunque el método define un único procedimiento, ello no es garantía de que el diagrama obtenido, con independencia de quien lo realice, sea siempre el mismo; esto se debe a que o bien se cometen errores con respecto a ciertas reglas del método (errores graves) o bien unos desglosan lo hechos más que otros, lo que hace que el árbol sea más explicativo y, en consecuencia, con una mayor longitud gráfica de las ramas que otros que pretenden agrupar en un mismo paso varios hechos.

Los otros factores, que de alguna manera intervienen en la construcción del árbol, se corresponden con puntos que radican: en criterios subjetivos del que realiza el análisis, en tomar como punto de partida para obtener los «hechos» unos sistemas de referencia distintos (en ocasiones debido a las posibilidades de intervención que tienen sobre lo sucedido, experiencias personales o al puesto que desempeñan).

En general, podemos concluir que existen dos tipos de factores que influyen en la construcción del árbol:

- Unos relacionados con el conocimiento del método.
- Otros externos al método.

De estos últimos, son importantes la pericia del técnico, los testigos involucrados, los objetivos perseguidos y, en muchos casos, las

posibilidades de intervención que tengamos sobre aquello que se investiga.

La forma de corregir los problemas que presenta el método es:

- Conocer perfectamente el método.
- Realizarlo en grupos de trabajo.

Las diferencias de este método con otros de carácter inductivo como puede ser el del Árbol de Fallos y Errores son significativas y se resumen en el siguiente cuadro:

Cuadro 18. Comparación de métodos de análisis

Árbol de Causas	Árbol de Fallos y Errores
• Técnica analítica posterior al accidente.	• Técnica analítica anterior al fallo del sistema.
• Método clínico, inductivo, parte del accidente y va hacia atrás hasta la determinación de las causas de un accidente particular.	• Procedimiento ascendente de análisis. Estudia posible fallos que puede tener un sistema, con anterioridad a que el fallo se manifieste.
• Representa gráfica y lógicamente las combinaciones de **hechos** que se produjeron **realmente** en un sistema dado y que condujeron al acontecimiento no deseado.	• Representa gráfica y lógicamente las combinaciones de **acontecimientos posibles,** a la vez perturbados y normales que se encuentran en el sistema y pueden conducir a un acontecimiento no deseado.
• La relación entre causas solamente puede expresarse mediante «y», pues una vez acaecido el accidente no se pueden hacer interpretaciones.	• La relación de hechos que se puedan dar origen al suceso final pueden estar unidos por «y» o por «o», ya que para que un suceso final que todavía no se ha producido se produzca pueden ocurrir unos hechos u otros.
• Método reactivo.	• Método activo.

- El método del árbol de causas analiza hechos reales y se apoya en el análisis de seguridad.
- El método del árbol de fallos analiza hechos potenciales y se apoya en el estudio de la fiabilidad.

3. NOTIFICACIÓN Y REGISTRO DE ACCIDENTES. ESTADÍSTICAS

Los accidentes son una fuente de información que conviene aprovechar al máximo y, para ello, es necesario que todo lo ocurrido en el entorno del accidente quede reflejado, ordenado y dispuesto para posteriormente apreciar lo que realmente pueden ser determinante de riesgo y poder aplicar consecuentemente las medidas correctoras, con objeto de evitar su repetición o sus consecuencias.

Es importante que, en el ámbito en el que se vaya a analizar este control de accidentes (empresa, sector de actividad, etc.), se dicten normas que precisen los tipos de accidentes que deben notificarse y el circuito que deben seguir la información recogida, así como la responsabilidad en la confección del parte de accidente. Esta función debe realizarla una persona que conozca los diversos factores que han intervenido en su desarrollo.

El estudio estadístico de accidentes es básico para orientar las acciones y técnicas prevencionistas y, siempre que funcionen correctamente la notificación, registro y clasificación de los accidentes, se tendrá una información más real de los resultados conseguidos, especialmente cuando los volúmenes de accidentes estudiados sean suficientemente grandes.

3.1. Notificación de accidentes

La notificación de accidentes consiste en la confección y envío de un documento que nos describa de forma completa y resumida el accidente.

En una notificación deben aparecer los datos de dónde, cómo y por qué ocurren los accidentes, para que de su estudio y análisis pueda fijarse una política preventiva.

Este documento debe ser cumplimentado por el encargado, jefe de sección o similar de la persona accidentada, realizando una investigación tipo encuesta de forma simplificada e inmediatamente después del accidente, además de una inspección y observación de las condiciones existentes.

Pueden dividirse en tres líneas simultáneas de notificación:

- Notificación del servicio médico de empresa.

- Parte interno de empresa.
- Parte oficial de accidente.

Accidentes notificables

Es aconsejable que se notifiquen todos los accidentes según los tres tipos señalados, aunque por ley sólo es obligatorio el parte oficial de accidente.

Una idea clara de la división, se representa sinópticamente en el Cuadro 19.

Cuadro 19

Accidente sin lesión		Parte interno
Accidente con lesión	Con baja	Parte del servicio médico Parte interno Parte oficial
	Sin baja	Parte del servicio médico Parte interno Parte oficial

Notificación del servicio médico

Los servicios médicos de empresa y/o de vigilancia de la salud (médico, A.T.S.) después de atender a la persona lesionada, deben realizar la primera notificación. Esta notificación debe hacerse de todos los accidentes con lesiones, tanto si son graves como leves, con baja o sin ella (ver Cuadro 23).

Debe mandarse copia al departamento de seguridad, al comité y al encargado o jefe inmediato.

La persona encargada de los primeros auxilios, debe tener los conocimientos básicos sobre clasificación de accidentes para notificar los datos precisos.

Parte interno de empresa

Es un documento que debe proporciona una información completa sobre un accidente con lesión o sin ella.

Debe ser realizado por el jefe de sección o encargado directo de la persona accidentada. Una vez redactado se notificará al departamento de seguridad y al comité.

Todo parte interno de empresa cualquiera que sea su formato, debe incluir los cuatro apartados siguientes:

- Anotación del tratamiento.
- Registro de accidentes anteriores de la máquina o agente y el lugar y departamento de trabajo donde ocurrió la lesión.
- Descripción y coste de los daños materiales.
- Tiempo perdido y coste lesión.

En el parte interno de empresa es conveniente indicar los costes ocasionados por el accidente, en un apartado reservado al departamento de seguridad. Ver modelo tipo en el Cuadro 20.

1. Descripción del accidente

2. Datos de identificación

Tales como:

Tiempo (hora, día, mes y año).
Lugar (ciudad, lugar de trabajo, departamento o lugar específico)
Persona accidentada (nombre, número turno, sección o equipo)
Naturaleza, ubicación y gravedad lesión
Testigos y participantes
Forma o tipo de accidente
Agente material más directamente relacionado con accidente y lesión

3. Causas principales del accidente

Condición peligrosa (causa técnica no operativa)
Acto inseguro y por qué (causa humana operativa)

4. Medidas preventivas

Además de lo anterior, pueden incluirse los siguientes datos complementarios:

Cuadro 20. Parte interno de empresa

Empresa	Departamento/sección Fecha Accidente	Hora del trab. del día	Fecha notificación

Lesión personal		**Daño a la propiedad**
Nombre lesionado	Edad	Daño a la propiedad
Categoría profesional	Tiempo puesto trabajo	Naturaleza del daño
Trabajo que realizaba	Parte del cuerpo lesionada	
Naturaleza de la lesión		Coste estimado
Objeto/Equipo/Sustancia que causó la lesión		
Persona con control sobre objeto/equipos/sustancia		

Describir claramente cómo sucede el accidente

.....
.....
.....

¿Qué actos y/o condiciones (causas) contribuyen más directamente al accidente?

.....
.....
.....

¿Cuáles son las razones básicas o fundamentales para la existencia de estos actos y/o condiciones?

.....
.....
.....

Gravedad potencial de las pérdidas			Posibilidad de repetición		
Muy grave ❑	Grave ❑	Leve ❑	Frecuente ❑	Ocasional ❑	Raro ❑

¿Qué acción se ha adoptado o se adopta para evitar la repetición?

.....
.....
.....

Investigado por:	Fecha	Revisado	Fecha

- Edad y experiencia del accidentado.
- Registro accidentes anteriores de la persona accidentada.
- Ambiente extralaboral y familiar que rodea al accidentado.
- Operación o proceso involucrado en el accidente.
- Existencia de normativa de seguridad para el trabajo que realizaba el accidentado.
- Nombre del médico o cirujano que atendió al accidentado y domicilio.

Parte oficial de accidente

Es la notificación oficial de la empresa a la Delegación Provincial de Trabajo a través de un modelo oficial, que en el momento actual ya permite efectuar dicha comunicación vía informática, lo que agiliza notablemente la tramitación del documento además de mejorar la fiabilidad en el tratamiento estadístico de la información que en él se recoge.

En este documento deben hacerse constar todos los datos solicitados que posteriormente servirán para llevar registro oficial y obtener conclusiones encaminadas a una política preventiva.

La información de este documento llega también a la Mutua de Accidentes de Trabajo que tenga concertada la cobertura del seguro de accidentes de trabajo con la empresa en cuestión.

3.2. Registro y clasificación de accidentes

El registro de accidentes es el paso siguiente después de la notificación. Es la compilación ordenada de los datos proporcionados en el parte de accidente.

De esta operación se pueden extraer posteriormente los datos necesarios para efectuar análisis, estudios estadísticos y tratamiento de datos que llevan a determinar los factores que deben corregirse. Permite descubrir los riesgos mecánicos o personales que predominan y a los que debe prestarse atención prioritaria.

El registro de los accidentes, sirve para:

- Comparar accidentabilidad.
- Identificar causas comunes.
- Fuente de datos de accidentabilidad.

Para realizar el estudio de accidentabilidad, se debe partir de unas clasificaciones que nos den las bases fundamentales.

En este apartado se presentan los factores clave de un accidente y la serie de clasificaciones a que dan lugar, junto a los sistemas de clasificación de accidentes que se pueden emplear.

Factores clave de un accidente

Al suceder un accidente, el investigador debe identificar una serie de factores que determinan el accidente. Estos son:

A) Naturaleza de la lesión:

Es el tipo de lesión física sufrida, e identifica la lesión en función de sus características físicas principales.

B) Ubicación de la lesión:

Es la parte del cuerpo directamente afectada por la lesión

C) Agente material de la lesión:

Es el objeto, sustancia, exposición o movimiento corporal que directamente produjo la lesión.

D) Forma o tipo de accidente:

Es el suceso que directamente dio por resultado la lesión.

E) Condición peligrosa:

Es la condición o circunstancia física que permitió la aparición de la forma o tipo de accidente. Es la causa técnica del accidente.

F) Agente material del accidente:

Es el objeto, sustancia o local en que existía la condición peligrosa que produjo el accidente.

G) Parte del agente material del accidente:

Es la parte específica del agente material que era peligrosa y provocó el accidente.

H) Acto inseguro:

Es la violación de un método de trabajo seguro, generalmente aceptado y que directamente permitió u ocasionó la aparición del accidente. Es la causa humana del accidente.

Sistemas de clasificación de accidentes

Para prevenir los accidentes es preciso saber cuándo, dónde, cómo y porqué se producen, qué consecuencias provocan y quiénes son las víctimas.

La información de un accidente debe desglosarse, de forma que los factores clave estén incluidos en una clasificación de accidentes por categorías lo más homogéneas posibles. Estas clasificaciones, están destinadas a encontrar las causas de los accidentes, al analizar un número grande de ellos.

Existen dos sistemas de clasificación:

1. **Sistema simple** (adoptado en 1923 por la Primera Conferencia Internacional de Estadígrafos del Trabajo).
   Adopta una clasificación única en donde incluye factores de tipo diverso.
   Ventajas : rapidez de clasificación.
   Inconvenientes: clasificación incompleta, imagen confusa de causas, pérdida de información.
2. **Sistema múltiple:** Adopta una clasificación para cada factor clave. Son listas homogéneas.
   Ventajas: permite considerar un accidente según sus diferentes aspectos. Análisis y registro completo de un accidente. Relaciones de interdependencia entre los diversos factores.
   Inconvenientes: Labor más ardua.

Clasificaciones múltiples más extendidas:

La Oficina Internacional del Trabajo (OIT) ha propuesto una clasificación múltiple, basada en los factores siguientes:

- Agente material.
- Forma accidente.

- Naturaleza lesión.
- Ubicación lesión.

El American National Standards Institute (ANSI) utiliza las clasificaciones múltiples, basadas en los factores siguientes:

- Naturaleza de la lesión.
- Ubicación de la lesión.
- Agente material de la lesión.
- Forma y tipo de accidente.
- Condición peligrosa (causa técnica).
- Agente material del accidente.
- Parte del agente material del accidente.
- Acto inseguro o de imprudencia (causa humana).

3.3. Estadísticas de accidentabilidad en la empresa

La estadística como técnica general analítica de seguridad, permite obtener conclusiones sobre la evolución de la accidentabilidad y servir de base para orientar las técnicas operativas.

Con el objeto de tener medidas comparativas de la accidentabilidad, se dispone de ratios o índices, calculados con unos criterios definidos.

Índices estadísticos

Los índices estadísticos que a continuación se relacionan permiten expresar en cifras relativas las características de la accidentabilidad de una empresa, o de las secciones de la misma, facilitando por lo general unos valores útiles a nivel comparativo.

Índice de frecuencia (I.F.)

$$\text{I.F.} = \frac{\text{N.}^{\text{o}}\text{ accidentes}}{\text{N.}^{\text{o}}\text{ horas trabajadas}} \times 10^{6}$$

En este índice debe tenerse en cuenta que:

No deben incluirse los accidentes *in itinere* ya que se han producido fuera de horas de trabajo.

Deben computarse las horas reales de trabajo, decontando toda ausencia en el trabajo con permiso, vacaciones, baja por enfermedad o accidente, etc.

Dado que el personal administrativo o comercial no está expuesto a los mismos riesgos que el personal de fabricación y éstos varían según las diferentes secciones de trabajo, se recomienda calcular los índices para cada una de la secciones o ámbitos de trabajo homogéneos.

Índice de gravedad (I.G.)

Representa el número de jornadas perdidas por cada mil horas trabajadas.

Se calcula mediante la expresión:

$$\text{I.G.} = \frac{\text{N.}^{\text{o}}\text{ jornadas perdidas o no trabajadas}}{\text{N.}^{\text{o}}\text{ horas trabajadas}} \times 10^{3}$$

Las jornadas perdidas o no trabajadas son las correspondiente a incapacidades temporales, más las que se fijan en el baremo para la valoración del índice de gravedad de los accidentes de trabajo según la pérdida de tiempo inherente a la incapacidad causada. Ver Cuadro 21.

En las jornadas perdidas deben contabilizarse exclusivamente los días laborables.

La utilización de baremo para la medida de la gravedad de los accidentes ha sido desaconsejada por diversos organismos internacionales, principalmente la OIT, por lo que su aplicación es cada vez más restringida (véase, la 13ª Conferencia Internacional de Estadígrafos del Trabajo (CIET- Ginebra 1982).

Cuadro 21. Baremo para la valoración del Índice de Gravedad de los accidentes de trabajo según la pérdida de tiempo inherente a la incapacidad causada

Naturaleza de la lesión	Jornada de trabajo perdidas
Muerte	6.000
Incapacidad permanente absoluta (IPA)	6.000
Incapacidad permanente total (IPT)	4.500
Pérdida del brazo por encima de codo	4.500
Pérdida del brazo por el codo o debajo	3.500
Pérdida de la mano	3.000
Pérdida o invalidez permanente del pulgar	600
Pérdida o invalidez permanente de un dedo cualquiera	300
Pérdida o invalidez permanente de dos dedos	750
Pérdida o invalidez permanente de tres dedos	1.200
Pérdida o invalidez permanente de cuatro dedos	1.800
Pérdida o invalidez permanente pulgar y un dedo	1.200
Pérdida o invalidez permanente pulgar y dos dedos	1.500
Pérdida o invalidez permanente pulgar y tres dedos	2.000
Pérdida o invalidez permanente pulgar y cuatro dedos	2.400
Pérdida de una pierna por encima de la rodilla	4.500
Pérdida de una pierna por la rodilla o debajo	3.000
Pérdida del pie	2.400
Pérdida o invalidez permanente del dedo gordo o de dos o más dedos del pie	300
Pérdida de la vista (un ojo)	1.800
Ceguera total	6.000
Pérdida de oído (uno sólo)	600
Sordera total	3.000

Índice de incidencia

El índice de incidencia que define la OIT en las CIET X y XIII, a efectos de comparaciones internacionales, es el siguiente:

$$I.I. = \frac{\text{Accidentes en jornada de trabajo con baja}}{\text{Número de trabajadores}} \times 10^3$$

Este asimismo puede expresarse en % (10^2); en este caso representa el número de accidentes ocurridos por cada 100 personas expuestas.

El Indice de Incidencia es un parámetro mucho más claro e intuitivo que el de frecuencia para los mandos y actores de la prevención en las empresas, sin embargo no permite comparación directa para períodos diferentes (por ejemplo, mes, trimestre, año), por ello si el período a analizar es inferior a un año, se debe emplear la siguiente expresión:

$$N(\text{número de accidentes}) = \frac{\text{N.º accidentes al mes} \times 12}{\text{N.º de meses}}$$

$$T(\text{número de trabajadores}) = T$$

$$I.I. = (\text{índice de incidencia}) = \frac{N \times 100}{T}$$

Duración media de las bajas

Este índice se obtiene dividiendo las jornadas no trabajadas por el número de accidentes, es decir

$$\text{Duración media de las bajas} = \frac{\text{Jornadas no trabajadas por accidentes en jornadas de trabajo}}{\text{Accidentes en jornada de trabajo con baja}}$$

Sustituye al denominado «Duración media de las incapacidades», pero con la diferencia ya comentada, de que actualmente no se aplica baremo para el cálculo de las jornadas.

Índice de accidentes mortales

Estos índices además del interés que tienen por sí solos, pueden servir para apreciar mejor la gravedad «real» de los accidentes ocurridos en un sector de actividad o ámbito territorial cualquiera, utilizándolos conjuntamente con los ÍNDICES DE GRAVEDAD correspondientes, ya que la duración del período de baja no es en absoluto representativa de la gravedad de los accidentes mortales.

Esta solución puede ser útil en sustitución de los baremos eliminados (por las razones ya repetidamente expuestas) de los índices de gravedad.

Los denominadores de los índices son los mismos que los comentados para los Índices de Incidencia y Frecuencia generales, y los numeradores son los accidentes mortales en jornada de trabajo multiplicado por 100.000 en el Índice de Incidencia y por 100.000.000 en el de frecuencia.

$$\text{Índice de Frecuencia} = \frac{\text{Accidentes mortales} \times 100.000.000}{\text{Horas hombre trabajadas}}$$

$$\text{Índice de Incidencia} = \frac{\text{Accidentes mortales} \times 100.000}{\text{N.º medio personas expuestas}}$$

3.4. Sistemas de control de la accidentabilidad

El cálculo de los índices expuestos en especial los de frecuencia y gravedad, de forma periódica (por ejemplo mensualmente), facilita una información básica para controlar la accidentabilidad en la empresa.

Método Shipp *o de las líneas límite*

Este método de control estadístico está basado en un estudio de P. J. Shipp, Jefe de la Sección de Factores Humanos del Departamento de Investigación Operativa de la Federación de la Siderurgia Británica (BISRA open report OR/HF/23/67).

Este permite detectar a través de la evolución del índice de frecuencia, si los cambios experimentados son debidos a una fluctuación aleatoria o a la entrada de un nuevo factor que ha modificado las condiciones de seguridad.

Para ello utiliza dos tipos de diagramas:

1. El diagrama mes a mes, destinado a resaltar las variaciones a corto plazo.
2. El diagrama anual, destinado a resaltar las tendencias a término más largo, ya sea el empeoramiento o la mejora de la situación.[1]

4. BIBLIOGRAFÍA

A.W.A. «Estadística de accidentes de trabajo 1988». M.T.S.S. Madrid, 1990.

Baselga Monte, M. «Seguridad y Medicina del Trabajo en la Prevención y Lucha contra los Accidentes de Trabajo», Valverde Llor, E., Barcelona, Ed. JIMS, 1978, 35-84.

Baselga Monte, M. y cols. «Seguridad en el trabajo. Plan de estudios del técnico de seguridad e higiene en el trabajo. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo». ISBN 84-7425-200-8.

Baselga Monte, M., *et al.*: Seguridad en el trabajo. «Plan de estudios del técnico de seguridad e higiene en el trabajo». INSHT, Madrid, 1984.

Blun, M. L.. «Psicología industrial». Trillas, México, 1988.

Cortes Díaz, J. M. «Técnicas de prevención de riesgos laborales. Seguridad e Higiene en el Trabajo». Edit. Tebar, S.L., 1998. ISBN: 84-930380-3-2.

Davis, D., y Newstrom, J. W. «El trabajo. Comportamiento organizacional». McGraw Hill. Madrid, 1987.

De Keiser, V. «El error humano». Mundo científico, n.º 99. Fontalba. Barcelona, 1990.

Desoille, H., y cols. «Medicina del trabajo». Masson. Barcelona, 1986.

Dorsch, F. «Diccionario de psicología». Herder. Barcelona, 1985.

Fernández Herce, J. A.; Domingo Comeche, S. y Machado Trujillo, J. L. «Investigación de Accidentes. Criterios de determinación y selección de causas. Salud y Trabajo», 1976, 4:40-49.

Fine, W. T. «Mathematical Evaluations for Controlling Hazards». En: Selected in Safety, Widner, Joanne T., Macón (Georgia), Academic Press, International Safety Academy, 1973, 68-84.

[1] (Véase nota n.º 256. Madrid, Instituto Nacional de Medicina y Seguridad en el Trabajo).

GÓMEZ ACEBO; MIRALLES, A., y TORRES GUTIERREZ, V. «Control estadístico rápido de los accidentes de trabajo a escala de empresa». Madrid, Instituto Nacional de Medicina y Seguridad del Trabajo.
INSTITUTO NACIONAL DE SEGURIDAD E HIGIENE EN EL TRABAJO. «Estadísticas de accidentabilidad en la empresa», Nota técnica de Prevención NTP-1, 1982.
INSTITUTO NACIONAL DE SEGURIDAD E HIGIENE EN EL TRABAJO. «Evaluación de Riesgos Laborales». Documento divulgativo» ISBN: 84-7425-441-8.
INSTITUTO NACIONAL DE SEGURIDAD E HIGIENE EN EL TRABAJO. «Investigación de accidentes de trabajo por el método del Árbol de Causas». Documento divulgativo. ISBN: 84-7425-504-X.
KALIMO, R., y cols. «Los factores psicosociales en el trabajo y su relación con la salud». O.M.S. Ginebra, 1988.
KUHLMANN, A. «Introducción a la ciencia de la seguridad». Editorial A.C. Madrid, 1985.
LIND, N. C. «El riesgo de la sociedad tecnológica moderna». MAPFRE Seguridad, n.º 34, Editorial Mapfre. Madrid, 1989.
LOWRANCE WILLIAN, W. «El riesgo aceptable. Tres tiempos». Buenos Aires, 1978.
MASON, K. «La efectividad de las inspecciones en la Prevención de Accidentes», Notas y Documentos, 1977, 124 (756):29-39.
MCCORMICK, E. J. «Ergonomía: Factores humanos en ingeniería y diseño». G.G. Barcelona, 1980.
MYERS, D.G. «Psicología social». Médica Panamerica. Madrid, 1991.
NIÑO ESCALANTE, J.: «Evaluación de los riesgos laborales y factores psicosociales». Revista MAPFRE Seguridad, n.º 85. 2002.
NTP. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el trabajo. España.
OFICINA INTERNACIONAL DEL TRABAJO. «Estadísticas de los accidentes de trabajo», Treceava conferencia internacional de estadígrafos del trabajo. Ginebra, O.I.T., 1982.
RODELLAR LISA, A. «Seguridad e higiene en el trabajo». Marcombo. Barcelona, 1988.
SHIPP, P. J. «Presentación y Explotación de las Estadísticas de Accidentes a Escala de Empresa». Nota n.º 256. Madrid, Instituto Nacional de Medicina y Seguridad del Trabajo.
TURMO SIERRA, E., «Clasificación de accidentes. Notificación de accidentes. Registro de accidentes». Temas Docencia, Instituto Territorial de Higiene y Seguridad del Trabajo. Barcelona, 1975.
WEINERT, A. B. «Manual de psicología de la organización». Herder. Barcelona, 1985.
WV.AA.. «Enciclopedia de salud y seguridad en el trabajo». M.T.S.S. Madrid, 1989.

3.1

Áreas de trabajo (I)

Actualizado por ANTONIO M. ALFONSO LÓPEZ

1. INTRODUCCIÓN

Se entiende por áreas de trabajo todas las instalaciones comprendidas en el recinto propiedad de una empresa y/o establecimiento al que cualquier trabajador propio o ajeno tenga acceso durante su jornada laboral.

El planteamiento del tema de las áreas de trabajo, consideramos de gran interés enfocarlo desde el proyecto de instalación, donde se tendrán en cuenta dos puntos eminentemente diferenciados y sin embargo ligados íntimamente en cuanto a su consecución:

- Seguridad estructural.
- Seguridad en planificación.

Respecto al primer punto, tema eminentemente de ingeniería civil, no se va a desarrollar en este capítulo, pues es competencia de ingenieros y arquitectos especialistas en dicha materia.

En cuanto al segundo, la eficacia y seguridad en las operaciones mejoran notablemente con una planificación cuidadosa del emplazamiento, diseño e instalación de una fábrica nueva o de las modificaciones en una existente. Si se toman medidas apropiadas desde el principio de la planificación, se evitarán numerosos accidentes, enfermedades profesionales, explosiones e incendios.

Sobre los edificios, los factores principales que determinan las dimensiones, forma y tipo de los mismos y su estructura son la naturaleza de los procesos y materiales, la conservación, el equipo de manipulación de materiales y las condiciones de trabajo. Los procesos con grandes peligros deberían situarse en edificios pequeños separados y con personal limitado o en áreas aisladas por materiales adecuados resistentes, por ejemplo, al fuego.

2. ACCIDENTABILIDAD

Las estadísticas de siniestralidad justifican la necesidad de un análisis profundo de las condiciones de seguridad de las áreas de trabajo y ponen de manifiesto la importancia de su estudio en la prevención de accidentes.

Las causas de los riesgos, relacionados con el área de trabajo, representan el 35,3 por 100 del total de accidentes, según se pueden observar destacados con (*) en Cuadro 1.

Cuadro 1

Causas	Porcentaje %
Golpes por objetos o herramientas	18,40
Sobreesfuerzos	14,08
Caídas al mismo nivel*	9,16
Caídas a distinto nivel*	8,76
Proyección de fragmentos o partículas	7,92
Caída de objetos en manipulación	7,73
Atrapamiento por o entre objetos	7,54
Choques contra objetos inmóviles*	5,10
Pisadas sobre objetos*	4,58
Atropellos o golpes con vehículos*	3,23
Choques contra objetos móviles*	2,79
Caídas de objetos por desplomes o derrumbamientos*	1,66
Caídas por objetos desprendidos	1,01
Contaminación con sustancias cáusticas y/o corrosivas	1,00
Otros	7,04
TOTAL	100,00

La representatividad porcentual, referida únicamente a los accidentes ocurridos en las áreas de trabajo, queda reflejada por orden decreciente en el Cuadro 2.

Cuadro 2

Causas	Porcentaje %
Caída de personas al mismo nivel	25,9
Caída de personas a distinto nivel	24,8
Choques contra objetos inmóviles	14,5
Pisadas sobre objetos	13,0
Atropellos o golpes con vehículos (excluido *in itinere*)	9,1
Choques contra objetos móviles	8,0
Caídas de objetos por desplomes o derrumbamientos	4,7

3. CRITERIOS TÉCNICOS Y LEGALES DE REFERENCIA

La normativa de seguridad (legal o técnica) que tiene relación directa o indirectamente con las áreas de trabajo es sumamente compleja debido, por una parte, a la extensión con que se ha definido este concepto (emplazamiento geográfico, distribución en planta, etc.), a la diversidad de organismos que intervienen y a la multitud de actividades o instalaciones con riesgos y normativa específica que los regula.

Por ello, la relación que más adelante se incluye no puede ser exhaustiva. Se ha omitido la normativa de las comunidades autónomas y corporaciones locales, la específica para determinados tipos de actividades y las relativas a la protección del medio ambiente.

En otro sentido, hay que destacar que alguna de las disposiciones que se citan afectan sólo en parte al área de trabajo, ya que su contenido se dirige principalmente hacia determinado tipo de instalaciones.

A) Aspectos legales

- Disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo (Real Decreto 486/1997, de 14 de abril).
- Condiciones técnicas y garantías de seguridad en centrales eléctricas, subestaciones y centros de transformación (Real Decreto 3275/1982, BOE 1/12/82).
- Reglamento electrotécnico de baja tensión e instrucciones técnicas complementarias (Real Decreto 842/2002 de 2 de agosto, BOE 18/09/2002).

- Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción (BOE 25/10/97).
- Reglamento de aparatos elevadores y de manutención (Real Decreto 2291/85, de BOE 11/12/85 y posteriores correcciones e instrucciones técnicas complementarias).
- Reglamento de aparatos a presión (Real Decreto 1244/79, de 4 de abril) BOE 29/5/79 y R.D. 1504/90 de 8 de noviembre, BOE 28/11/90 y BOE 24/1/91 e instrucciones técnicas complementarias).
- Reglamento de seguridad para plantas e instalaciones frigoríficas (Real Decreto 3099/77 de 8 de septiembre, Orden Ministerial 20/1/78, Real Decreto 394/79 de 2 de febrero y Orden Ministerial de 4/4/79 y modificaciones).
- Reglamento sobre instalaciones de almacenamiento de gases licuados del petróleo en depósitos fijos (Orden de 29 de enero de 1986, BOE 22/2/68 y BOE 10/6/86 y Orden de 24 /11/82, BOE 6/12/82 y posteriores modificaciones).
- Norma sobre señalización de seguridad en centros y locales de trabajo (Real Decreto 485/97, de 14 de abril).
- Norma sobre protección de los trabajadores frente a los riesgos derivados de la exposición al ruido durante el trabajo (Real Decreto 1316/89, de 27 de octubre, BOE 2/11/89).
- Reglamento sobre almacenamiento de productos químicos (Real Decreto 668/80, de 8 de octubre BOE 14/4/80 y Real Decreto 3485/83, de 14 de octubre, BOE 20/2/84) e instrucciones técnicas complementarias.
- Real Decreto 374/2001 de 6 de abril sobre protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a Agentes Químicos durante el trabajo.
- Código Técnico de la Edificación (Real Decreto 314 de 17 de marzo de 2006, BOE DE 28/3/2006).
- Real Dcreto 2177/2004, de 12 de noviembre, sin modificar el RD 1215, sobre equipos de trabajo, en materia de trabajo temporales en altura.

B) OTRAS NORMAS

- Normas UNE, algunas de las cuales, de carácter eléctrico, son de obligado cumplimiento.

- Normas tecnológicas de la edificación.
- Notas Técnicas de Prevención, editadas por el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el trabajo.
- Instrucciones Técnicas ITSEMAP, editadas por Fundación Mapfre Estudios.
- Normas ISO.
- Normas DIN.
- Guía técnica sobre Lugares de Trabajo del INSHT

4. RIESGOS Y PROTECCIÓN DE LAS ÁREAS DE TRABAJO

Aun cuando sean desfavorables las edificaciones y exista congestión de áreas de trabajo, es posible reducir los riesgos si se planifican las actividades previamente teniendo en cuenta las premisas básicas de seguridad.

Al proyectar los equipos y las edificaciones de modo que no haya interferencias entre las líneas de producción y circulación de materiales y de personas, y dotando a los rabajadores de bastante espacio de trabajo, se ahorra tiempo, se aumenta la producción y se contribuye a la prevención de accidentes.

Cuando se proyecta una instalación hay que investigar, analizar y verificar los siguientes aspectos:

- Proyecto de emplazamiento.
- Instalaciones de transporte: muelles y embarcaderos, caminos y carreteras.
- Salidas y puertas de paso.
- Pisos, pasillos, escaleras, rampas y plataformas.
- Locales e instalaciones para almacenamiento, incluyendo los necesarios para materiales explosivos e inflamables, sustancias peligrosas, productos acabados y patio de almacenamiento exterior.
- Instalación eléctrica.
- Iluminación.
- Equipo de manipulación de materiales: grúas, transportadores, vehículos industriales, etc.
- Montacargas y ascensores.
- Calderas y otros equipos que trabajen a presión.
- Ventilación, calefacción y aire acondicionado.
- Control de incendios.

- Salud y seguridad: agua, vertidos de residuos, primeros auxilios, equipos de protección personal, medios de distribución y reparación, aislamiento para las operaciones ruidosas, etc.
- Suministro de agua para la lucha contra incendios.
- Instalaciones con destino al personal: aparcamiento, comedores, salas de descanso, locales de formación, vestuarios, aseos, etc.

Planificación del emplazamiento

Para elegir el emplazamiento hay que considerar factores como posibles peligros para la comunidad e influencia del clima, terreno, necesidades de espacio, tipo y dimensiones de los edificios, instalaciones, transporte, área de influencia del comercio y mano de obra.

De estos factores, los que afectan a la seguridad son:

UBICACIÓN, CLIMA Y TERRENO

Bajo este epígrafe, los condicionantes fundamentales que van a afectar en la ubicación son, por una parte, los procesos de producción y los riesgos que entrañan (sustancias tóxicas, explosivos, sustancias inflamables, etc.) respecto a edificaciones colindantes, caminos, carreteras, poblaciones, etc.

Por otra parte, el estudio del clima en el área de ubicación y, sobre todo, la dirección de los vientos dominantes son condiciones fundamentales, puesto que pueden incidir sobre posibles perjuicios a una población o planta industrial cercana, debido a los humos o polvos nocivos. Este efecto es extensivo a carreteras y vías de comunicación, e incluso su incidencia se hace sentir sobre la situación de las oficinas de administración, botiquín, comedores, etc.

NECESIDADES DE ESPACIO

Las dimensiones del emplazamiento se determinarán teniendo en cuenta las necesidades presentes y futuras. En este aspecto hay normativas que interesa resaltar, como la referente a prevención de incendios (distancias mínimas entre edificios según sus características) y las que regulan el almacenamiento de explosivos.

Es esencial contar con un espacio amplio para parque de almacenamiento exterior, que cubra no sólo las necesidades presentes, sino también las futuras, determinadas por un plan estadístico de ejecución,

lo que evitaría tiempos perdidos en el caso de varias áreas de almacenamiento y posibles accidentes por ser mayor el área de actuación.

Las zonas de aparcamiento se situarán dentro del recinto de la fábrica por razones de protección, conveniencia y seguridad.

En cuanto a las instalaciones que se realizan al aire libre, es de vital importancia el cercado de los terrenos de actuación de la fábrica, patios, estaciones de transformación, pasos, canales descubiertos y otros puntos peligrosos, bien sea por vallas de obra de fábrica o por malla de alambre galvanizado, con lo cual se evita la acción de intrusos que puedan: crear situaciones de peligro, interferir en el trabajo o resultar heridos dentro de la propiedad con posibles posteriores actuaciones judiciales.

En todo caso, se dispondrá de suficientes puertas de entrada, de acuerdo con el volumen de tráfico existente. El acceso de personal se realizará por puertas destinadas únicamente para este fin e independientes de las destinadas a vehículos. Cuando los accesos de peatones estén en vías públicas con mucho tráfico, se instalará señalización adecuada y, si ello fuera posible, los pasos subterráneos o elevados que eviten el cruce de estas vías

CALLES Y PASOS

Las calles que atraviesan los patios y terrenos de las fábricas son lugares donde se producen muchos accidentes, a menos que se construyan con una planificación cuidada y estén bien drenadas y conservadas.

Para transporte de vehículos pesados con tráfico en dos sentidos, se requieren calles de hasta 15 metros de anchura con curvas de radio amplio.

Las pendientes se limitan, en general, a un 8 por cien, siendo preceptivo un ligero desnivel para el drenaje con cunetas de desagüe. No obstante, cuando la longitud de la rampa sea inferior a 3 metros, la pendiente máxima podrá ser del 12%, y cuando sea menor que 10 metros, la pendiente podrá llegar al 10%.

Las calles se separarán por lo menos 10 metros de los edificios, especialmente de sus entradas.

En los muelles de carga será deseable disponer de un espacio para facilitar la marcha atrás, igual a una vez y media la longitud del camión.

Son de importancia esencial las indicaciones y señales de tráfico que regulan la velocidad y los movimientos en las zonas peligrosas; señales de parada para cruces y entradas a carreteras públicas; en curvas cerradas, esquinas con obstáculos y entradas a edificios, se colocarán

advertencias para que se hagan señales acústicas, siendo asimismo muy conveniente en estos casos la instalación de espejos.

En caso de trabajos en la calzada, se colocarán las oportunas señales informativas.

Las señales deberán ser luminosas o reflectantes.

Las calles destinadas a paso de personal, se procurará que sea el camino más corto de un edificio a otro, para impedir la tendencia natural a tomar atajos.

APARCAMIENTOS

Para reducir el tráfico en los terrenos de la fábrica, el espacio para aparcamientos conviene situarlo entre la entrada y la zona de vestuarios. Dicha zona quedará bien definida y delimitada, con pavimento en perfectas condiciones y con buen drenaje.

La señalización de las plazas de aparcamiento es preferible que se realicen con bandas pintadas en el suelo, y su distribución se ajustará a la planificación más idónea en cuanto a aprovechamiento del terreno, sin entorpecer en ningún momento las maniobras de los vehículos, las bocas de incendio, las esquinas, las paradas de autobuses, las zonas de carga, etc.

Las dimensiones aconsejables para la plaza de aparcamiento se consideran *2, 75* m de ancho por 6 m de largo.

Las calles del aparcamiento tendrán como mínimo 7,5 m de ancho cuando sean de dos direcciones.

JARDINERÍA

Desde el punto de vista de seguridad, la jardinería se proyectará de forma que los árboles y arbustos no creen problemas de visibilidad en cruces y pasos.

ILUMINACIÓN EXTERIOR

La iluminación exterior no constituye sólo un medio de producción y un factor de seguridad, sino que además forma parte del sistema de vigilancia de la fábrica. Hay que prever un buen equipo de conservación de las instalaciones.

En general deben quedar iluminadas las zonas siguientes:

- Embarcaderos, muelles y plataformas de carga y descarga.
- Calles, pasos de personal y cruces a nivel.
- Entradas y salidas.
- Áreas de producción.
- Escaleras y descansillos.
- Rampas.
- ,areas de almacenamiento.

Disposición de las instalaciones

El tamaño, forma, emplazamiento, construcción y disposición de los edificios e instalaciones permitirá la utilización más correcta y eficaz de los materiales, de los procesos de elaboración y de los métodos, contribuyendo todo ello a disminuir el riesgo de accidentes.

EMPLAZAMIENTO DE LOS EDIFICIOS Y ESTRUCTURAS

La distribución y emplazamiento de los edificios y estructuras dentro de una empresa, vendrá supeditado al tipo de implantación condicionado por el proceso de producción. No obstante, se analizarán algunos puntos comunes a todas las industrias. La separación entre los almacenes de materias primas, los edificios para la elaboración y los almacenes de productos acabados, garantizará la disminución de los peligros de fuego y explosión. Por otra parte, el coste de almacenamiento separado puede ser menor que la inversión necesaria para almacenar en el edificio de elaboración.

En cuanto a superficies para: almacenamientos especiales, instalación de calderas y separación de edificios con actividades de riesgo alto, así como para lo correspondiente a la protección de estructuras respecto al fuego, se deben consultar las normativas vigentes al respecto.

DISPOSICIÓN DEL EQUIPO

Para determinar la disposición más segura y eficaz de las máquinas y equipo de producción, será indispensable una planificación total de

los métodos de producción, equipo y maquinaria a emplear, así como el movimiento o esquemas de flujo de materiales y personas.

Mediante el estudio sobre planos se puede reducir en un gran porcentaje el recorrido de transporte, causa de un gran número de accidentes, y discernir la falta de espacio suficiente por encima de pasillos, plataformas, tuberías y otras partes de la estructura e instalaciones.

Como datos fundamentales a tener en cuenta, se citan los siguientes:

- Anchura de pasillos.
- Separación entre máquinas.
- Superficie y ubicación de cada trabajador.
- Ventilación, calefacción y aire acondicionado.

La ventilación, calefacción y aire acondicionado son necesarios en la mayoría de las empresas, tanto por comodidad del personal como por las condiciones del proceso de elaboración y se procurará que las condiciones ambientales de los lugares de trabajo no constituyan una fuente de incomodidad o molestia para los trabajadores.

ALMACENAMIENTOS INTERIORES

Los actuales equipos de manipulación y apilamiento permiten una utilización mayor del espacio vertical mediante el uso de estanterías. Si se prevé el empleo de este método para el futuro, el proyecto inicial tendrá en cuenta los posibles aumentos de carga sobre la estructura portante del edificio.

Muchas lesiones graves se pueden evitar con un proyecto y construcción adecuados.

Pasillos y rampas

Su anchura será la adecuada al tráfico que por ella transite, bien sea personal o vehículos, y de resistencia adecuada al peso que sobre ellas va a circular.

Escaleras y pasos de personal

Se advierte una tendencia a reemplazar por escaleras las escalas de las salas de calderas y otros lugares, tanto en el interior como en el exterior de los edificios lo que aumenta el nivel de seguridad de estos accesos.

Se evitarán las escaleras de caracol, pero si son absolutamente necesarias, se proyectarán con una variación mínima en la anchura de la huella (ver punto 7 de este capítulo) y procurando que sea antideslizante.

Son muchas las lesiones que se originan por el empleo de medios inadecuados para alcanzar las válvulas y reguladores o para la lectura de instrumentos en lugares elevados, por lo cual se aconseja colocar estos instrumentos de forma que se puedan manipular desde el suelo, o en caso de imposibilidad, se dispondrá de una adecuada plataforma de trabajo o una escalera portátil o permanente.

Salidas

Las salidas serán suficientes en número y dimensiones y estarán situadas de forma que en caso de fuego o emergencia, se pueda evacuar el edificio rápidamente, sin daño a las personas o pérdida de vidas humanas. Las puertas de salida serán claramente visibles, estarán provistas de iluminación y de señalización.

Ventanas

Las ventanas comportan serios peligros, siendo el principal el de la caída mientras se limpian. Las hojas de ventanas abatibles hacia adentro eliminan la necesidad de limpiarlas desde el exterior, pero aumenta el riesgo de golpes una vez abiertas.

Materiales para los pisos

Las especificaciones de los pisos tienen estrecha relación con la comodidad, higiene y seguridad. Las necesidades varían mucho de un departamento a otro, así que hay que hacer un cuidadoso estudio de muchos factores para determinar el tipo más conveniente de piso para un lugar en particular. Entre estos factores se pueden citar: carga, duración, ruido, drenaje, elasticidad, apariencia, iluminación, mantenimiento, polvo, conductividad calorífica y eléctrica, composición química, etc.

5. PROYECTO DE UN ESTABLECIMIENTO INDUSTRIAL

Emplazamiento geográfico

Con gran frecuencia es consecuencia de imperativos comerciales y/o económicos como por ejemplo la proximidad de: un mercado, una fuente de materias primas, una reserva de mano de obra, vías de comunicaciones, o simplemente, motivada por las facilidades de instalación ofrecidas por una zona industrial.

El emplazamiento geográfico puede incidir notablemente en las especificaciones de diseño de la nueva industria, por lo que habrá que considerar:

- Los riesgos derivados de otras industrias.
- Servicios públicos utilizables.
- Reglamentación aplicable (administraciones locales, administraciones autonómicas y de orden estatal).
- Posibilidad de riesgos catastróficos.

Como ejemplos de la incidencia de la situación geográfica en las especificaciones de diseño frente a riesgos catastróficos, se pude destacar:

- Incidencia de la altitud topográfica en la sobrecarga de nieve (a considerar para el cálculo de la estructura).
- Presión dinámica del viento, en función de la altitud topográfica, que asimismo se considerará en los cálculos.
- Datos para evaluar los riesgos de rayo y si se trata de zonas sísmicas, factores ambos muy a tener en cuenta en el diseño de los edificios.

Distribución de áreas

Cuando se trata de la construcción de una fábrica o nueva instalación, es posible implantar los diferentes edificios y/o áreas de trabajo de una manera racional con el fin de formar un conjunto homogéneo, pudiendo eliminar al máximo los riesgos, o al menos tener un mayor control sobre éstos.

La distribución de los diferentes espacios o áreas de una empresa está íntimamente relacionada con la organización de la misma.

En una empresa ya existente, la construcción de nuevos edificios o la ampliación de los antiguos necesitan un estudio profundo, ya que las nuevas construcciones deben integrarse en el conjunto existente, sin perturbar la propia organización y sin crear nuevos riesgos. A veces, puede ser la ocasión de reconsiderar el conjunto de instalaciones en la fábrica y proceder en consecuencia a una redistribución de los talleres y modificaciones de los circuitos de comunicación entre ellos, a fin de hacerlos más seguros y eficaces.

Las especificaciones de seguridad tienen una gran incidencia en este aspecto, ya que se establecen una serie de condiciones a cumplir, muchas de ellas recogidas en disposiciones legales.

Espacio disponible en cada área

Es conveniente elegir un término medio entre dos tendencias opuestas: demasiado, o muy poco sitio libre a nivel del puesto de trabajo o del grupo de puestos de trabajo.

- La falta de espacio favorece el amontonamiento, los apilamientos arriesgados, el hacinamiento, el desorden generador de accidentes, y la llegada y salida de productos son más frecuentes y difíciles.
- El exceso de espacio conlleva la tentación de hacer depósitos o almacenes intermedios importantes y con frecuencia improvisados, creando molestias al trabajador y a todo el personal que circule por la zona.

Locales e instalaciones especiales

Instalación eléctrica

La instalación eléctrica deberá proyectarse y realizarse de modo que no ofrezca peligro de incendio o de explosión y que las personas estén debidamente protegidas contra los riesgos de accidentes causados por contactos directos o indirectos.

El proyecto, la realización y elección del material y de los dispositivos de protección deberán tener en cuenta la potencia a controlar, los factores externos condicionantes y la competencia de las personas que tengan acceso a partes de la instalación.

En cualquier caso, deberá atenerse a los vigentes Reglamentos Electrotécnicos de Alta y Baja tensión.

Sobre todo, en los centros de transformación, las áreas de paso e inspección deberán ajustarse a las prescripciones del Reglamento de Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación.

Sala de calderas

Generalmente, las calderas se sitúan en recintos aislados del resto de las áreas de trabajo. Dichos recintos, así como toda la instalación, deberán regirse por el Reglamento de Aparatos a Presión.

Al diseñar estos recintos, además de tener en cuenta las necesidades de mantenimiento cotidiano, ha de dejarse espacio suficiente alrededor del equipo para facilitar la sustitución de elementos, incluidos tubos, en caso necesario.

Es importante cerciorarse de que las calderas reciben aire suficiente y que los productos secundarios de la combustión son evacuados en condiciones de seguridad.

La sala de calderas debe disponer de una buena iluminación, así como de una fuente de iluminación de emergencia. Además, debe procurarse que los controles e instrumentos indicadores estén especialmente bien iluminados a fin de facilitar su lectura.

Sería conveniente disponer permanentemente, sobre la puerta de la sala, un cartel con el procedimiento de operación en caso de emergencia y una lista de verificación.

Instalaciones contra incendios

Según las dimensiones y uso de los edificios, los equipos, las características físicas y químicas de las sustancias utilizadas, así como el número máximo de personas que puedan ocupar las diferentes áreas de trabajo, éstas serán equipadas para la prevención de incendios, adoptando medidas estructurales y/o dotando con dispositivos adecuados de combate, y si fuese necesario con detectores contra incendios y sistemas de alarma.

Todos los dispositivos no automáticos deberán ser fácilmente accesibles y de sencilla manipulación y deberán estar señalizados.

Las instalaciones contra incendios deben ser motivo de un estudio específico, de acuerdo con los reglamentos de las corporaciones locales, organismos autónomos y normas de obligatorio cumplimiento de ámbito nacional, y además para las actividades específicas, como por ejemplo: establecimientos hoteleros, hospitales, locales de pública concurrencia, etc.

Instalaciones frigoríficas

Los locales donde se produzca frío industrial se deben diseñar de acuerdo con el Reglamento de Seguridad para Plantas e Instalaciones Frigoríficas.

Almacenamientos especiales

Los productos inflamables deben almacenarse en locales distintos de los de trabajo. Si solamente se dispone de un único local, el recinto de almacén debe quedar aislado.

No debe permitirse almacenar conjuntamente productos que puedan reaccionar entre sí.

En estos recintos, los pisos serán anticombustibles e impermeables, y en caso de potenciales derrames se preverá un sistema de recogida, evitando la aproximación a puestos de trabajo, sótanos y desagües.

Las instalaciones eléctricas deberán atenerse a la instrucción técnica complementaria correspondiente del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

En caso de instalaciones industriales de almacenamiento, se atendrán al Reglamento de Almacenamiento de Productos Químicos.

Trabajos con materiales y productos peligrosos

En actividades donde se manipulen productos como amianto, plomo, cloruro de vinilo, etc., los reglamentos específicos hacen referencia a las condiciones de diseño, limpieza y mantenimiento de los locales de trabajo.

6. ASPECTOS A CONSIDERAR EN EL DISEÑO DE ÁREAS DE TRABAJO

CONDICIONES AMBIENTALES. VENTILACIÓN, TEMPERATURA, ILUMINACIÓN, RUIDO

Ventilación

Conocida la actividad y proceso de producción, debe estudiarse el sistema de ventilación más adecuado (natural o forzado) a fin de conseguir que los trabajadores dispongan de aire sano en cantidad suficiente. Respecto a la comodidad del personal, el RD 486/1997 establece, en su Anexo III, las condiciones mínimas de ventilación, temperatura y humedad en los locales de trabajo.

Las emanaciones de polvo, fibras, humos, gases, etc., deben controlarse mediante la captación en el punto de generación.

Las instalaciones de ventilación deben ser calculadas de forma que funcionen sin exponer a las personas a corrientes de aire molestas.

Temperatura

La temperatura en los locales de trabajo deberá ser adecuada para las personas durante el tiempo de trabajo, teniendo en cuenta los métodos de trabajo aplicados y la carga física que tendrán los trabajadores.

La temperatura de los locales de descanso, de los locales para el personal de guardia, de los servicios, de los comedores y de los locales de primeros auxilios deberá responder al uso específico de estos locales.

Las ventanas, las luces cenitales y los tabiques acristalados deberán evitar una radiación solar excesiva en los lugares de trabajo, teniendo en cuenta el tipo de trabajo y las características del lugar.

Iluminación

Los lugares de trabajo deberán tener, en la medida de lo posible, luz natural suficiente y estar equipados con dispositivos que permitan una iluminación artificial adecuada para proteger la seguridad y la salud de los trabajadores.

Las instalaciones de iluminación de los locales de trabajo y de las vías de comunicación deberán colocarse de manera que el tipo de iluminación previsto no presente riesgo de accidente para los trabajadores.

Los lugares de trabajo en que los trabajadores estén particularmente expuestos a riesgos, en caso de avería de la iluminación artificial, deberán poseer una iluminación de seguridad de una intensidad suficiente (5 lux) capaz de permanecer durante el tiempo que permita la evacuación, y su fuente de energía será independiente del sistema normal de iluminación.

Ruido

Debe preverse la instalación de máquinas o instalaciones que produzcan ruido y/o vibraciones, estudiando la posibilidad de emplazamiento en recintos independientes y/o insonorizados, según el caso. Consultar el Real Decreto 286/2006 sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores frente a los riesgos derivados de la exposición al ruido durante el trabajo.

En caso de máquinas ruidosas y que originen vibraciones, debe estudiarse detenidamente su instalación a fin de evitar que sus efectos se perciban en las áreas donde permanecen personas.

En ciertos casos sería necesario estudiar un recinto, insonorizado o no, donde emplazar los equipos (por ejemplo, compresores, prensas, etc.).

SUPERFICIE Y VOLUMEN

Según el RD 486/1997 sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo, los locales de trabajo deberán tener una superficie, una altura y un volumen de aire que permita a los trabajadores realizar su trabajo sin riesgos para la seguridad, la salud o el bienestar.

Las dimensiones de la superficie libre no amueblada del puesto de trabajo se deberán calcular de tal manera que el personal disponga de la suficiente libertad de movimientos para desarrollar sus actividades.

Si no se pudiera respetar este criterio por razones inherentes al puesto de trabajo, el trabajador deberá poder disponer de otro espacio libre suficiente en las proximidades de su puesto de trabajo.

El Real Decreto 486/1997 establece condiciones mínimas de superficie y cubicación en locales de trabajo (Figura 1). Para el cálculo de

superficies y volúmenes, no se tendrán en cuenta los espacios ocupados por máquinas, aparatos y materiales, según aclara la guía técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relativos a la utilización de los lugares de trabajo del INSHT, en la que se desarrolla el mencionado decreto.

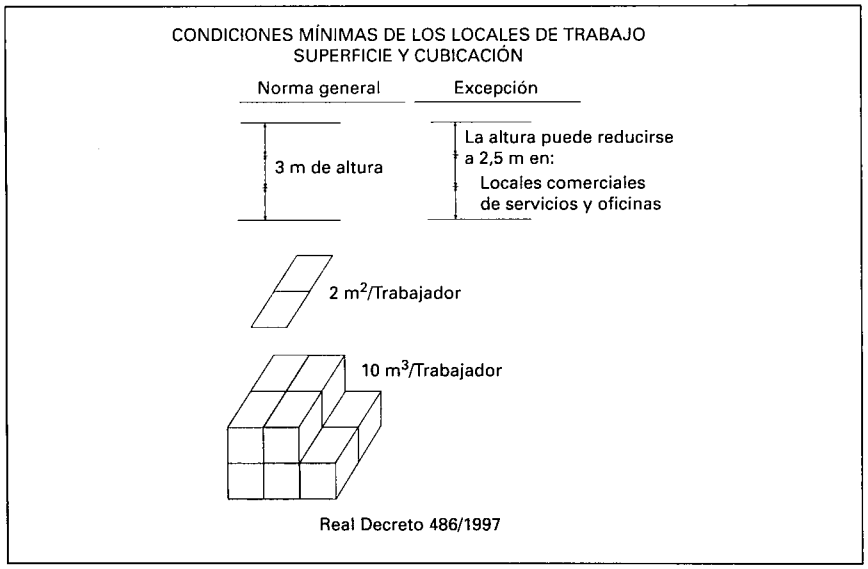


Figura 1

Vías de circulacion

Las vías de circulación deberán estar situadas y calculadas de tal manera que los peatones o los vehículos puedan utilizarlas fácilmente, con la mayor seguridad y conforme al uso que se les haya destinado; los trabajadores empleados en las proximidades de estas vías de circulación no deberán correr ningún riesgo por esta causa.

El cálculo de las dimensiones de las vías que sirvan para la circulación de personas o bien de personas y mercancías dependerá del número potencial de usuarios y del tipo de actividad.

En caso de que se utilicen medios de transporte en las vías de circulación, se deberá prever una distancia de seguridad suficiente para los peatones.

Las vías de circulación destinadas a los vehículos deberán pasar a una distancia suficiente de las puertas, portones, pasos de peatones, pasillos y escaleras.

Siempre que la utilización y el equipamiento de los locales lo exijan, para garantizar la protección de los trabajadores, el trazado de las vías de circulación deberá estar claramente marcado.

Si los lugares de trabajo albergan zonas de peligro debidas a la índole del trabajo, por ejemplo con riesgo de caídas del trabajador o de objetos, estos lugares deberán estar equipados, en la medida de lo posible, con dispositivos que impidan que los trabajadores no autorizados puedan penetrar en dichas zonas.

Se deberán tomar las medidas adecuadas para proteger a los trabajadores que estén autorizados a penetrar en las zonas de peligro.

Las zonas de peligro deberán estar señaladas de manera claramente visible.

Tráfico peatonal

El número de personas llamadas a circular simultáneamente es lo que determinará la anchura de pasillos o zonas de paso.

Esta anchura nunca será inferior a 80 cm, salvo excepciones.

El RD 486/1997 establece como dimensiones mínimas para pasillos una anchura de 1 m y para puertas exteriores 80 cm. (Figura 2).

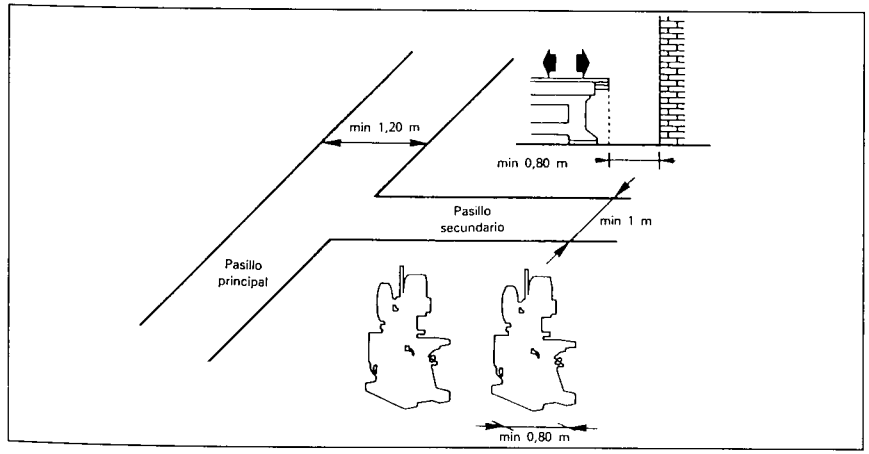


Figura 2

Acceso a máquinas

Los puestos de trabajo en máquinas no deben emplazarse sobre un pasillo principal. Las máquinas serán dispuestas de modo que se pueda prever un paso de acceso al puesto de trabajo. Este paso se recomienda que sea al menos de 60 cm de ancho y debidamente marcado (Figura 2 bis).

La distancia libre entre los puntos extremos de máquinas o de otras instalaciones técnicas y la pared, u otras partes fijas del edificio, debe ser tal que los trabajos necesarios puedan realizarse sin molestia. Nunca será menor de 0,80 m, contándose esta distancia a partir del punto más saliente del recorrido de los órganos móviles de cada máquina. Cuando existan equipos con órganos móviles que invadan en su desplazamiento una zona de espacio libre, la circulación del personal quedará señalizada con franjas pintadas en el suelo que delimiten el lugar de tránsito. Se recomienda tener previsto para servicios de mantenimiento espacios no inferiores a 50 cm.

Las dimensiones del puesto de trabajo, es decir, la superficie de los emplazamientos de servicio, los puestos de almacenamiento, etc., se regulan por los productos para trabajar o los ya trabajados, y por los medios de producción. Se fijarán de forma que los operarios no deban estar obligados a invadir las vías de circulación.



Figura 2 bis

Tráfico de mercancías con equipos mecánicos

a) Las vías de circulación utilizadas en un solo sentido, tendrán una anchura igual a la dimensión exterior del vehículo o máxima de la carga, más 50 cm a cada lado.
b) Para vías de circulación utilizadas en dos sentidos, la anchura mínima es la suma de la anchura exterior de los vehículos que se cruzan, o bien de la anchura máxima de las cargas que transportan, más la tolerancia de maniobra de 0,50 m a cada lado y 0,40 m entre vehículos.
c) La altura de la vía de circulación viene determinada por la altura máxima del vehículo, o de la carga a transportar, aumentada en una altura de reserva de 0,30 m justificado por la existencia de puentes-grúas, tuberías, plataformas, pórticos, etc.

Tráfico exclusivo de mercancías por vía férrea

El área de seguridad será de 0,60 m a partir de la anchura del vehículo a cada lado de éste.

Sería recomendable la colocación de impedimentos físicos, tipo barandillas, barreras, etc., que impidieran el acceso al área de circulación de estos vehículos, salvo en zonas de carga y descarga, lugar donde las barreras pueden ser desmontables.

Circulación mixta de vehículos y peatones

a) Las vías de circulación con un sentido único y mucho tráfico tendrán la anchura del vehículo o de la carga, y 0,80 m a cada lado. Si el tráfico es normal o poco denso, la anchura del vehículo o carga más 0,80 m.
b) En las vías de circulación en dos sentidos, la anchura será la suma del ancho de los vehículos o carga, más dos veces 0,80 m, y una tolerancia de maniobra de 0,40 m.

CURVAS

Al establecer las curvas se cuidará:

- Tener en cuenta el mayor radio de giro de todos los vehículos a utilizar (para el radio de la curva).
- Tener en cuenta los desplazamientos de las cargas y remolques.

Añadir, según la visibilidad, una línea de seguridad, o línea de dirección o sentido de tráfico inverso.

ESQUINAS

Las esquinas deben estar concebidas y equipadas de tal manera que el conductor del medio de transporte pueda visualizarlas fácilmente. No se colocarán en dicho lugar máquinas altas, despachos de contramaestres, etc. Si es necesario, se instalarán espejos cóncavos en estos lugares.

BIFURCACIONES Y CRUCES

- Bifurcaciones

Si la mercancía no permite observar el abocamiento con un golpe de vista en una bifurcación, se instalará una señal de STOP.

- Cruces

En los cruces se puede fijar la prioridad. La vía de circulación prioritaria debe estar provista de las señales de circulación correspondientes. Las vías de segundo orden deben señalizarse con un CEDA EL PASO, o bien un STOP. Si es necesario se instalará un espejo cóncavo.

- Salidas (Figura 3)

Las salidas de peatones sobre una vía de tráfico principal se protegerán instalando barandillas que impidan el acceso directo.

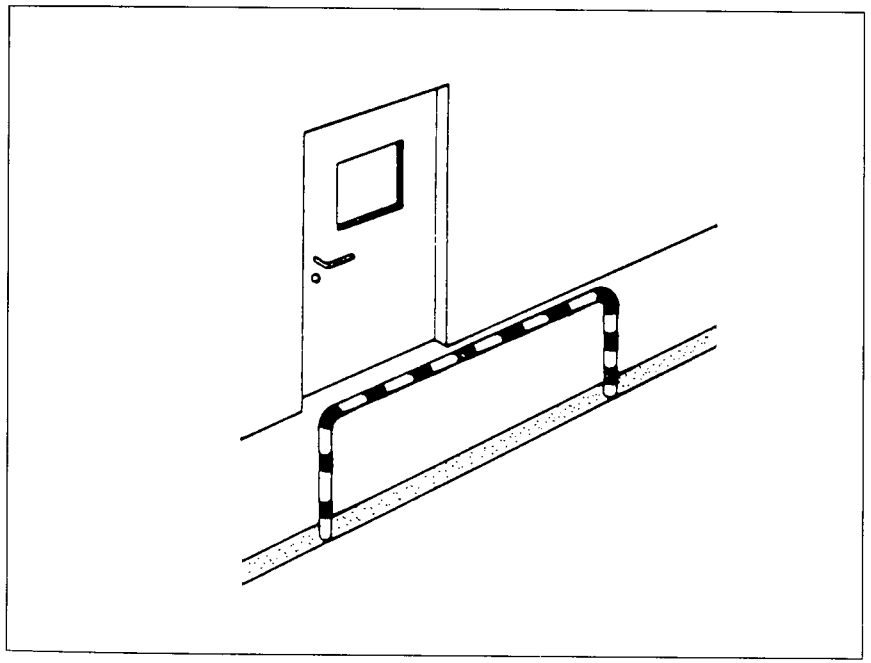


Figura 3. Pasillo con tráfico de vehículos.

- Intersecciones

Las intersecciones de los pasadizos de circulación deben ser diseñadas de modo que ofrezcan un máximo de visibilidad; se evitarán los ángulos vivos, causa de accidentes, deterioros y entorpecimiento del tráfico.

- Prever barreras, esquinas o angulares de protección en las intersecciones o en los recodos.
- Evitar colocar máquinas o puestos de trabajo demasiado cerca de estas intersecciones (atención a las piezas largas, barras o tubos susceptibles de sobrepasar los límites del pasadizo en el curso de las manipulaciones o sobre la máquina).
- En las intersecciones y recodos, evitar el almacenamiento provisional de cajas o de elementos de pequeña altura; evitar los apilados que sobrepasen 1,50 metros (altura media de los ojos de un peatón o de un conductor de carretilla).

- Vigilar la buena iluminación de los cruces (al menos *50* lux a nivel del suelo); utilizar espejos cóncavos en las intersecciones peligrosas.

Para los pasadizos de los almacenes que reciben un gran tráfico:

- Prever cruces de ángulo cortado (sobre una longitud igual a la anchura de la vía).
- Antes que las intersecciones de cuatro direcciones, son preferibles «tomas de vía» alternativas que no incluyen más de tres direcciones y que disminuyen sensiblemente los riesgos de colisiones (Figura 4).

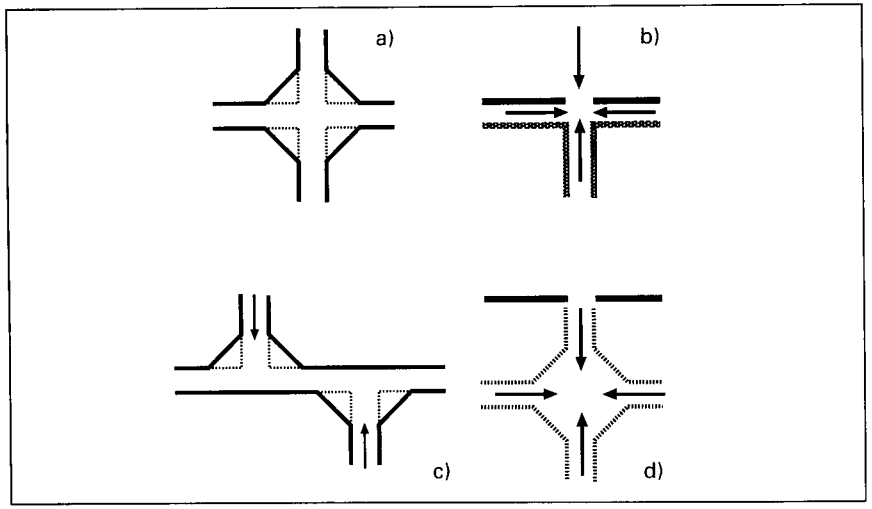


Figura 4. Pasillos para circulación de vehículos. Cruces e intersecciones en almacenes: a) Correcto; b) Inadecuado; c) Preferible.

7. LUGARES DE ESPECIAL PELIGROSIDAD

Escaleras fijas y de servicio

Todas las escaleras, plataformas y descansillos ofrecerán suficiente resistencia para soportar una carga móvil no menor de 500 kilogramos por metro cuadrado y con un coeficiente de seguridad de cuatro.

Las escaleras y plataformas de material perforado no tendrán huecos que permitan la caída de objetos. La abertura máxima permitida no excederá de 8 milímetros.

Ninguna escalera tendrá una altura mayor de 3,70 metros entre descansos. Los descansos intermedios tendrán como mínimo 1 metro de profundidad medido en dirección a la escalera o más de la mitad de la anchura de la escalera (Figura 5 y Tabla 1). El espacio libre vertical desde los peldaños no será inferior a 2,2 metros.

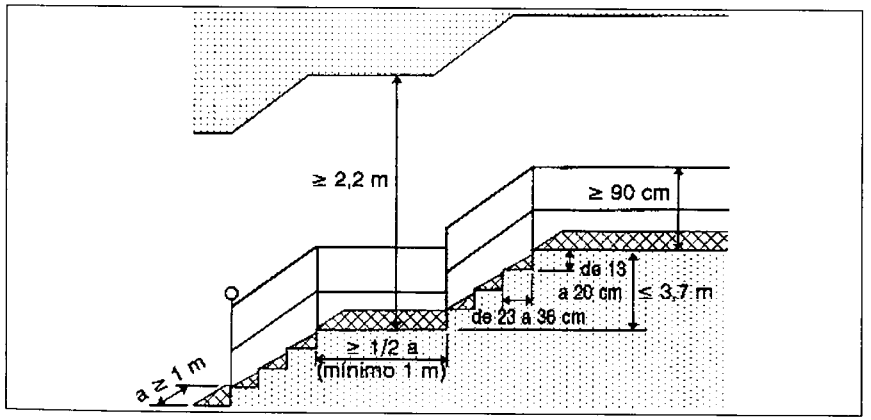


Figura 5

Tabla 1. (R.D. 486/97)

Tipo de escalera	Huella «h» (cm)	Contrahuella «c» (cm)
Normal	$23 \leq h \leq 36$	$13 \leq c \leq 20$
Servicio	$H \geq 15$	$C \leq 25$

Las escaleras entre paramentos de anchura inferior a 120 centímetros tendrán por lo menos un pasamanos, preferentemente al lado derecho en sentido descendente.

Las escaleras cuya anchura sea igual o superior a 120 centímetors metros tendrán una barandilla en cada lado abierto y pasamanos en los cerrados.

La altura de las barandillas y pasamanos de las escaleras no será inferior a 90 centímetros.

Los lados abiertos de las escaleras y rampas de más de 60 centímetros de altura deberán contar con barandilla de protección.

Las escaleras de caracol serán admitidas solamente como escalera de servicio y nunca serán consideradas como vías de evacuación. La profundidad de la huella se recomienda que no sea inferior a 10 cm cuando su valor sea medido a 15 cm del eje.

Estará provista de pasamanos en ambos lados. Si el lado exterior es abierto, deberá ir protegido con barandilla. En el eje debe llevar siempre pasamanos.

Pasamanos

Los pasamanos deben poder ser agarrados; por tanto, la distancia de éstos a la pared debe ser al menos de 40 mm (Figura 6).

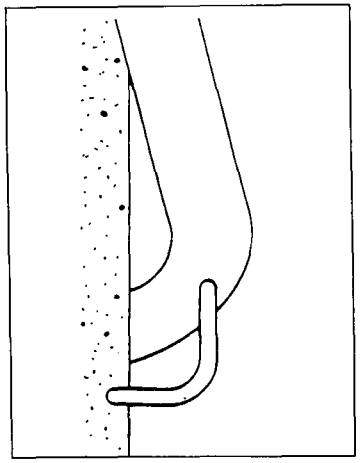


Figura 6. Pasamanos.

Superficies de las escaleras

La superficie debe ser antideslizante.

En caso de superficie potencialmente deslizante, se pueden adoptar varias soluciones:

- Practicar ranuras próximas al borde de los escalones y rellenarlas de material abrasivo, para que tengan una superficie rugosa.

- Aplicación de bandas abrasivas (adhesivas) al borde de los escalones.
- Recubrir la escalera totalmente de material antideslizante.

Debe procurarse que, sea cual fuere la solución, los escalones se distingan fácilmente unos de otros (Figura 7).

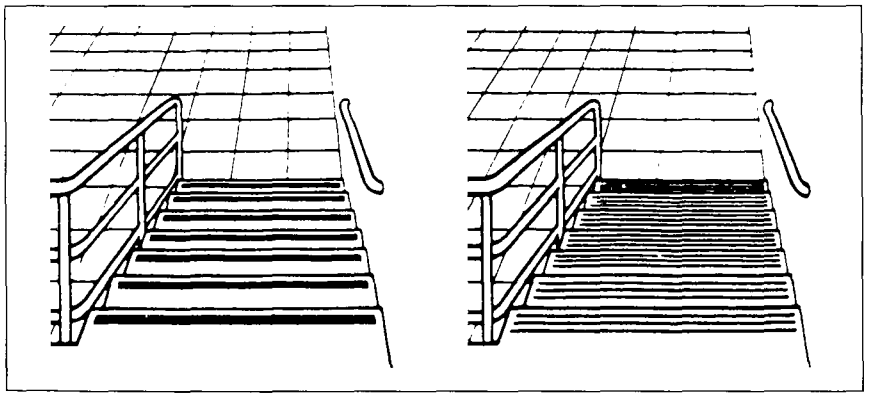


Figura 7. Los escalones se distinguen mejor unos de otros con una sola banda destacada, que por múltiples bandas.

ESCALAS FIJAS

Deben estar sólidamente sujetas a edificios y equipos.

La distancia entre el frente de los escalones y las paredes más próximas por el lado del ascenso (a), debe ser como mínimo de 75 cm.

La distancia entre la parte posterior de los escalones y el objeto fijo más próximo (b), debe ser como mínimo de 16 cm.

Habrá un espacio libre (c) de 40 cm a ambos lados del eje de la escala, si no está provista de jaulas u otros dispositivos equivalentes (Figura 8).

Si se emplean escalas fijas para alturas mayores de 9 m, se instalarán plataformas de descanso cada 9 m o fracción.

Los peldaños no deben estar separados, más de 30 cm. y la anchura mínima será de 40 centímetros.

Las escalas fijas que tengan una altura superior a 4 metros dispondrán, al menos a partir de dicha altura, de una protección circundante (jaula de protección). Esta medida no será necesaria en conductos, pozos angostor y otras instalaciones que, por su configuración, ya proporcionen dicha protección.

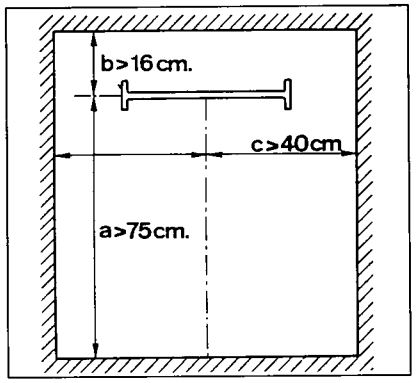


Figura 8. Escaleras fijas.

Si dispone de jaula de protección, el diámetro de ésta será entre 60 y 70 cm.

El aro inferior distará del suelo 4 m y la separación entre ellos estará entre 1,20 y 1,50 m como máximo.

La jaula debe sobrepasar 1 m la plataforma superior a la que da acceso.

Escaleras de mano

Para poder realizar un trabajo seguro con una escalera, lo primero que se debe hacer es elegir la más adecuada, teniendo en cuenta factores tales como: material, forma, longitud, peso, conductividad eléctrica y térmica, etc.

Las características primordiales serán la solidez y la estabilidad.

Material

Los materiales más comunes para su construcción son: madera, acero, aluminio y fibra sintética.

La madera, si bien es la más barata, tiene inconvenientes relativos a la climatología: humedad, calor, sequedad, etc. Sólo se aconseja para pequeñas alturas.

La de acero es más resistente que la de madera pero más pesada, y presenta inconvenientes respecto a trabajos relacionados con fuentes térmicas y eléctricas.

El aluminio no requiere mantenimiento y es ligero; como aspectos adversos están la inferior resistencia mecánica y buena conductividad térmica y eléctrica, si bien este último aspecto, al igual que ocurre con el acero, sólo afecta a determinados trabajos.

La fibra sintética es muy válida para situaciones o trabajos eléctricos, ya que no es conductora de la electricidad y es ligera y resistente a ácidos y elementos agresivos; sin embargo, su elevado coste sólo la hace recomendable en aquellos trabajos en que su empleo es necesario por motivos de seguridad (empresas eléctricas, etc.).

Los peldaños y travesaños deberán estar ensamblados nunca claveteados, especialmente en las escaleras de madera.

Las escaleras de madera nunca deberán pintarse, para evitar localizar posibles desperfectos de los travesaños y largueros.

Todas las escaleras estarán dotas de zapatos antideslizantes en su extremo inferiores.

Usos y formas

Si las escaleras son de madera, los largueros serán de una sola pieza y los peldaños ensamblados; no se permiten los clavados. No deben pintarse, salvo con barniz transparente, para así poder detectar fallos ocultos.

Tampoco es aceptable empalmar dos escaleras, salvo que dispongan de elementos adecuados para ello.

En el caso de escaleras compuestas de varios elementos adaptables o extensibles deberán utilizarse de forma que la inmovilización recíproca de los distintos elementos esté asegurada.

Las escaleras de mano simples no podrán tener más de 5 m.

Las escaleras de peldaños de tijera o dobles, deberán estar provistas de cadenas o elementos que impidan su apertura al ser utilizadas y de topes en su extremo superior.

Utilización

Una vez elegida la escalera adecuada, para su correcta situación se deberán tener en cuenta los siguientes apartados:

Punto de apoyo inferior. Deberá apoyarse sobre los montantes y nunca sobre los peldaños; los montantes irán provistos de dispositivos antideslizantes (zapatos, puntas, grapas, etc.).

Punto de apoyo superior. Siempre será sobre una superficie capaz de soportar los esfuerzos requeridos; si este dispositivo es sobre un poste, la escalera será atada al mismo en su parte superior (Figura 9).

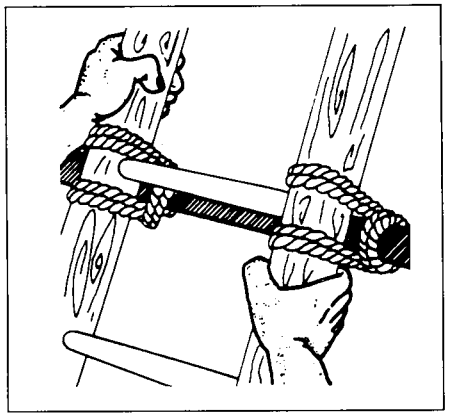


Figura 9. Extremo superior de escalera bien atado.

Longitud. Para la segura ejecución del trabajo, nunca se deberá trabajar con los pies apoyados sobre el tercer peldaño superior o por encima de éste.

Inclinación. Factor importante éste, ya que una escalera colocada de manera que esté muy próxima a la vertical, tiende a volverse hacia atrás, mientras que otra colocada demasiado horizontal tiende a flexionarse con peligro de rotura y deslizamiento.

Se considera que una escalera tiene la inclinación adecuada cuando la relación entre la longitud hasta el punto de apoyo y separación es de 4:1; es decir, si la altura de la escalera es de 4 m, la base tendrá 1 m (Figura 10).

Las escaleras de mano simple se colocarán, en la medida de lo posible, formando un ángulo aproximado de 75° con la horizontal, es decir, respetando la proporción 4:1 ya descrita.

Deslizamientos. La mayoría de los accidentes en el uso de escaleras se debe al deslizamiento del apoyo inferior o superior. Si se considera que su equilibrio es inestable, se debe calzarla por su parte inferior o atarla por su parte superior, y en determinadas circunstancias, fijarla por ambas partes.

Si es necesario fijarla por la parte superior, es preciso que una persona esté sujetándola, mientras otra sube a atarla; nunca lo realizará una persona sola.

Si no fuera posible asegurar la escalera por la parte superior, serán necesarias dos personas; una sujetándola para evitar su deslizamiento y otra para subir y permanecer en ella.

Accesos. Para el acceso a los lugares elevados, la escalera sobrepasará al menos un metro de los puntos superiores de apoyo (Figura 10).

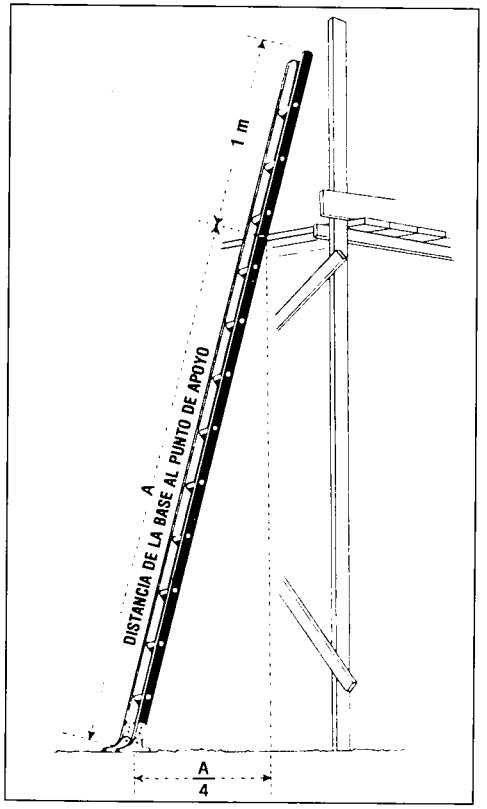


Figura 10. Procedimiento seguro para colocar una escalera. La distancia de separación de la base debe ser la cuarta parte de la longitud vertical hasta el punto de apoyo. Cuando los largueros se extienden por encima del piso de llegada, solo se considera la longitud hasta el apoyo.

Subida y bajada de la escalera. Para subir o bajar de una escalera siempre se realizará de cara a la misma; de esta forma la fijación sobre los peldaños es más segura. Se debe acceder con las manos libres, llevando las herramientas, caso de necesitarlas, en una bolsa sobre la cintura o sobre cinturones adaptados a ello.

No se puede manipular o transportar cargas cuando su peso o dimensiones puedan comprometer la seguridad del trabajador. Se recomienda que esta carga nunca sea mayor de 25 kilogramos.

Nunca subirá más de una persona sobre una misma escalera.

Fatiga. El trabajo sobre una escalera es, por lo general, incómodo; por lo tanto, cuando se prevea que el trabajo es de larga duración, se preparará un andamiaje adecuado, o en su defecto, cuando aparezca la fatiga, se sustituirá al operario por otro en perfectas condiciones físicas.

Existe también la posibilidad de instalar pequeñas plataformas sustentadas en los peldaños de trabajo, lo que facilita el apoyo del operario sobre una superficie de mayor tamaño que el travesaño.

Del mismo modo, se recomienda que para el personal que realiza con frecuencia trabajos en escaleras de mano se les dote de calzado con suela más rigida de lo habitual, para repartir la presión del peldaño sobre la planta del pie.

Desplazamiento lateral. No se permite realizar desplazamientos laterales de la vertical de la escalera, ya que este hecho implica un grave riesgo por facilitar el deslizamieno de la escalera; así pues, se trabajará siempre sobre la vertical de la escalera y entre los largueros.

Transporte. Para realizar un adecuado transporte de las escaleras manuales se debe tener en cuenta, fundamentalmente, el peso y la longitud; si éstas son excesivamente pesadas o largas, se deben transportar entre dos personas; esto es especialmente válido si dicho transporte se realiza por zonas cercanas a tendidos eléctricos.

Cuando sea suficiente una sola persona, el transporte se realizará con la escalera ligeramente inclinada hacia atrás; como norma general se debe situar el extremo delantero a más de 2 metros del suelo.

Siempre se ha de tener especial cuidado al pasar sobre estrechamientos, tanto horizontales como verticales (por ejemplo, puertas, dinteles, tuberías, etc.).

Otras consideraciones. Un mal uso de las escaleras o su utilización para funciones que son impropias de su diseño y construcción, implica un grave riesgo de accidente.

Por ello, en la utilización de las escaleras de mano es importante considerar los siguientes aspectos:

- No deben utilizarse las escaleras de mano como pasarelas, ni tampoco para el transporte de materiales.
- En los trabajos eléctricos o en la proximidad de instalaciones eléctricas, deben utilizarse escaleras aislantes, por ejemplo de fibra vidrio, con el aislamiento eléctrico adecuado.
- En los trabajos con escaleras extensibles, hay que asegurarse de que las abrazaderas sujetan firmemente.
- No se utilizarán escaleras de mano y, en particular, escaleras de más de 5 metros de cuya resistencia no se tengan garantías.
- En los trabajos con escaleras de tijera, el tensor siempre ha de estar completamente extendido.
- Antes de ubicar una escalera de mano, ha de inspeccionarse el lugar de apoyo para evitar contactos con cables eléctricos, tuberías, etc., o apoyo sobre superficies de escasa resistencia mecánica, tanto en su parte superior como en la inferior.
- Para ubicar una escalera en un suelo inclinado han de utilizarse zapatas ajustables de forma que los travesaños queden en posición horizontal.
- Antes de acceder a la escalera es preciso asegurarse de que tanto la suela de los zapatos, como los peldaños, están limpios, en especial de grasa, aceite o cualquier otra sustancia deslizante.
- Si la utilización de la escalera ha de hacerse cerca de vías de circulación de peatones o vehículos, habrá que protegerla de golpes, colocando la señalización y barreras precisas. Debe impedirse el paso de personas por debajo de la escalera.
- El ascenso, trabajo y descenso por un escalera de mano ha de hacerse con las manos libres, de frente a la escalera, agarrándose a los peldaños o largueros.
- Las herramientas o materiales que se estén utilizando, durante el trabajo en una escalera manual, nunca se dejarán sobre los peldaños sino que se ubicarán en una bolsa sujeta a la escalera, colgada en el hombro o sujeta a la cintura del trabajador.
- Nunca se ha de mover una escalera manual estando el trabajador sobre ella.
- En la utilización de escaleras de mano de tijera no se debe pasar de un lado a otro por la parte superior, ni tampoco trabajar a «caballo».
- Los trabajos con escaleras manuales en los que se sobrepase la altura de 3,5 metros y que requieran movimientos o esfuerzos peligrosos para la estabilidad del trabajador, solo se efectuarán si

se utiliza cinturón de seguridad o se adoptan otras medidas de protección alternativas.

- Después de la utilización de la escalera, se debe:

  - Limpiar las sustancias que pudieran haber caído sobre ella.
  - Revisar y, si se encuentra algún defecto que pueda afectar a su seguridad, señalizarla con un letrero que prohíba su uso, enviándola a reparar o sustituir.
  - Almacenar correctamente, libre de condiciones climatológicas adversas, nunca sobre el suelo sino colgada o apoyada sobre los largueros.

Es importante establecer un procedimiento de revisión de las escaleras, tanto para las revisiones periódicas, como para la revisión antes de su utilización. La revisión antes de la utilización debe incluir el estado de los peldaños, largueros, zapatas de sustentación, abrazaderas o dispositivos de fijación y, además, en las extensibles, el estado de cuerdas, cables, poleas y topes de retención.

Muelles y rampas de carga

Los muelles y rampas de carga deben diseñarse para soportar un peso cuatro veces mayor al máximo previsto, y con una amplitud suficiente que permita maniobrar fácilmente tanto a las carretillas manuales como a las automotoras. Para los camiones el espacio deseable será igual a una vez y media la longitud de éstos, facilitando así la maniobrabilidad y la marcha atrás.

Para evitar que el trabajador quede atrapado entre el suelo inferior y las paredes de un muelle de carga, se deberá habilitar salidas o refugios en el mismo. Los muelles deberán tener al menos una salida, si bien en el caso de gran longitud y siempre que sea técnicamente posible, se preverá una salida en cada extremo.

Estarán provistos de accesos cómodos y seguros, de forma que puedan ser utilizados sin riesgo. En rampas, el acceso para camiones estará constituido por material resistente, con el fin de evitar huellas de rodadura. Las rampas que constituyan accesos de personal o de vehículos, deben ser antideslizantes. Se evitará el acceso de peatones por rampas donde circulen vehículos, y en caso necesario se establecerán pasos independientes.

Las escaleras sólo son admisibles como acceso suplementario. Según el caso, se emplearán escalas en cajas sobre el muelle, las cuales estarán dotadas de una barandilla de salida, como prolongación de la propia escalera, hasta 1 m al menos de altura sobre el muelle (Figura 11).

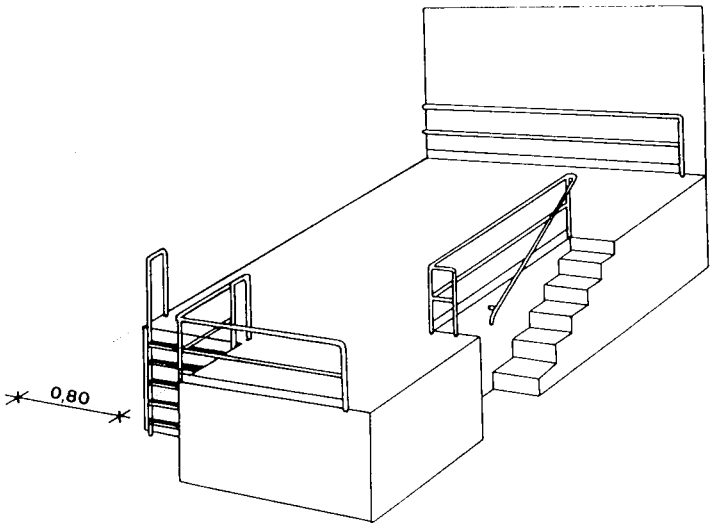


Figura 11. Condiciones de los muelles de carga.

Los tramos donde no se efectúen operaciones de carga y descarga deben estar protegidos mediante barandillas y plintos.

En las instalaciones modernas, donde se utilizan niveladores automáticos y plataformas hidráulicas, ha de estudiarse concienzudamente su diseño, a fin de prever la protección de puntos agudos y bordes de secciones móviles que deberán pintarse en color de contraste a fin de eliminar en lo posible tropiezos o caídas. Debe asegurarse la continuidad de superficies para lo que se dispondrá, si es necesario, de palastros de unión entre muelles y vehículos.

En caso de que el muelle de carga se encuentre a la intemperie, y especialmente en zonas de clima inestable, deben instalarse marquesinas o cobertizos, e incluso, en zonas de bajas temperaturas,

abrigos aislantes que se acoplen a la caja de los camiones y contenedores.

Rampas

Un punto fundamental a tener en cuenta en su diseño es que los materiales que constituyan su superficie no sean deslizantes, y en caso contrario es preceptivo su revestimiento de material abrasivo o bandas adhesivas sensibles a la presión para impedir deslizamientos, excepto en los lugares en los que el material abrasivo desprendido pueda ser nocivo para el equipo o los materiales del proceso de elaboración (Figura 12).

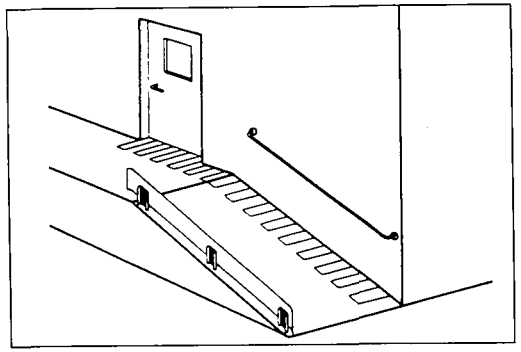


Figura 12. Rampa acondicionada para la circulación de personas, pavimento con aplicaciones antideslizantes y pasamanos de sujeción.

Las rampas tendrán una pendiente máxima del 12% cuando su longitud sea menor que tres metros, del 10% cuando su longitud sea menor que 10 metros o del 8% en el resto de los casos.

Además, se tendrá en cuenta que cuando se rompa la continuidad del pavimento, como es el caso de rampas para salvar pequeños desniveles haciéndolos accesibles a carretillas, bien sean de uso periódico o fijo, tales rampas deberán estar convenientemente ancladas al suelo para evitar su desplazamiento. En ningún caso se deberán formar rampas acumulando materiales, como por ejemplo ladrillos u otros materiales, aún para trabajos muy ocasionales.

PLATAFORMAS, ALTILLOS Y PASARELAS

Plataformas de trabajo

Estarán construidas de materiales sólidos, bien sean fijas o móviles, y su estructura y resistencia será proporcional a las cargas físicas o móviles que hayan de soportar.

Los pisos de las plataformas serán antideslizantes, se mantendrán libres de obstáculos y estarán provistos de un sistema de drenaje que permita la eliminación de productos resbaladizos.

Las plataformas que ofrezcan peligro de caída desde más de dos metros estarán protegidas en todo su contorno con barandillas y plintos.

La resistencia de las barandillas será de *150* kg por metro lineal, su altura 0,90 m como mínimo a partir del nivel del piso, y el hueco existente entre el plinto y la barandilla estará protegido por una barra horizontal o listón intermedio, o por medio de barrotes verticales. En este último caso la separación máxima de los barrotes será de 0,15 m.

La altura mínima de los plintos o rodapiés será de *0,15* m sobre el nivel del piso (Figura 13).

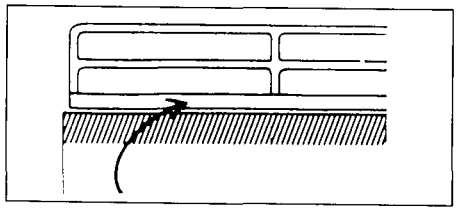


Figura 13. Los plintos o rodapiés medirán 0,15 m desde el piso.

Altillos y pasarelas

Tendrán una resistencia adecuada a las cargas que deban soportar.

Los pisos de material perforado no deben permitir la caída de objetos, por lo que en este caso la abertura máxima de los agujeros no excederá de 8 mm.

Los lados abiertos deben protegerse con barandillas y plintos, de modo que reúnan las condiciones de dimensiones y resistencia anteriormente comentados para las plataformas.

En el caso de altillos con manutención permanente a base de carretillas automotoras elevadoras (en cuyo el uso de una barandilla convencional puede resultar engorroso), pueden adoptarse barandillas basculantes contrapesadas (Figura 14 A, B y C y Figura 15 A, B y C).

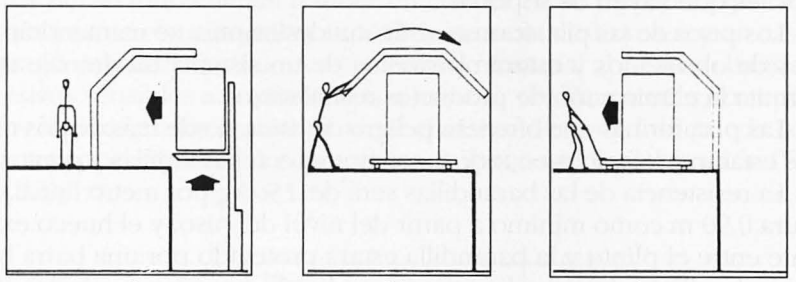


Figura 14. Barandilla basculante contrapesada.

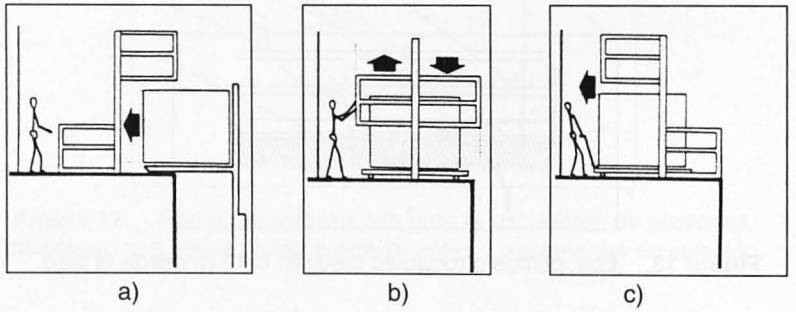


Figura 15. Barandilla alternativa contrapesada.

Los accesos a pasarelas y altillos estarán constituidos por escaleras de anchura y pendiente adecuadas a las condiciones establecidas anteriormente y protegidas con barandillas.

Los pasos elevados sobre obstáculos en el área de trabajo (por ejemplo, transportadores de rodillos) deben tratarse como pasarelas y reunir las condiciones anteriormente comentadas para ellas (Figura 16).

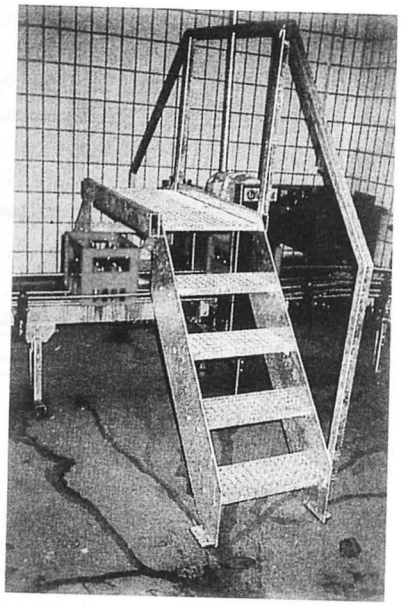


Figura 16

Aberturas en pisos y paredes

Abertura de pisos

Los pozos de acceso a tuberías, fosos para reparación de automóviles, huecos de escaleras y de plataformas de elevación de mercancías, escotillas, etc., ofrecen una especial peligrosidad a menos que se protejan convenientemente.

La protección generalizada es la barandilla fija de 0,90 m de altura mínima y rodapié de 15 cm. Dependiendo del tamaño y función para la que se haya previsto la abertura, se adoptará la protección que mejor se adapte (Figuras 17 y 18 A, B y C).

Casos particulares:

- *Aberturas para escalas*. Protección por todos los lados y barandilla móvil en la entrada.
- *Aberturas para escaleras*. Protección por todos los lados menos por el de entrada.

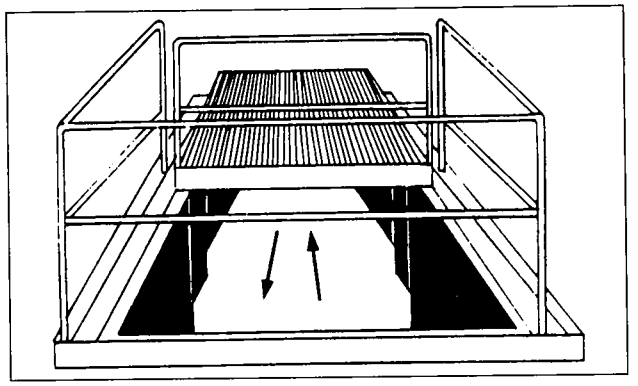


Figura 17. Protección deslizante.

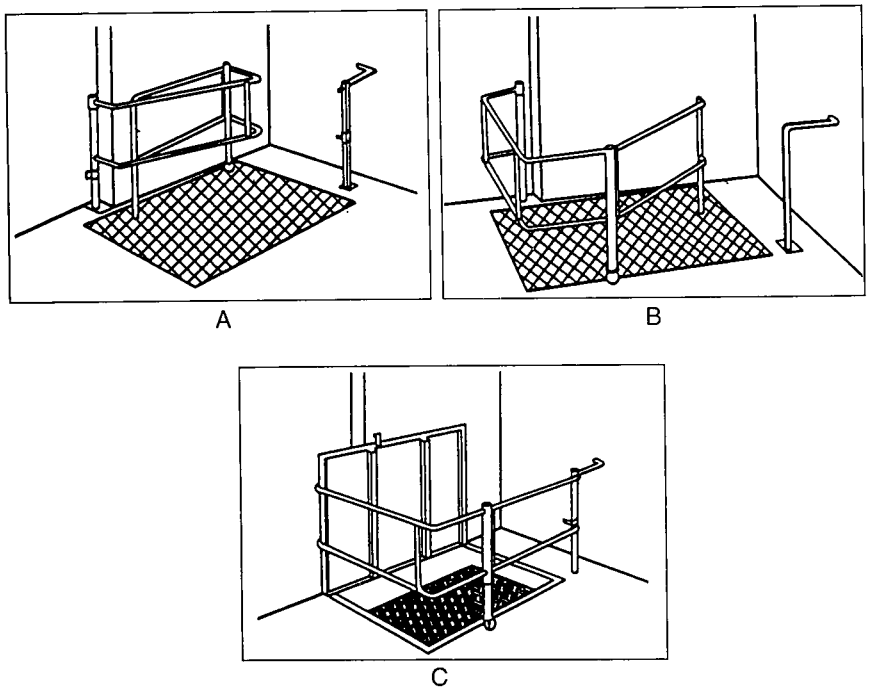


Figura 18. Protección del hueco al levantar la trampilla (posición A, B y C).

- *Aberturas para escotillas, conductos*, etc. Protección fija por dos de los lados y móviles por los dos restantes, si se utilizan ambos para entrada y salida.
- *Aberturas de poco uso*. Cubierta móvil con bisagra. Barandilla portátil cuando esté abierta la cubierta móvil.
- *Agujeros exclusivamente de inspección. Se admite* una simple cubierta de resistencia adecuada y que no se pueda deslizar.

Aberturas en paredes

Las aberturas que estén a menos de 90 cm sobre el piso y tengan dimensiones mayores de 75 cm de alto por 45 cm de ancho, y por las cuales haya riesgo de caída de más de dos metros, deben estar protegidas por barandillas, rejas u otros resguardos, que completen la protección hasta 90 cm sobre el suelo y tengan una resistencia mínima de 150 kg por metro lineal.

Los huecos o puertas exteriores, utilizados para elevar equipos o materiales por el exterior del edificio, presentan un serio peligro cuando están abiertas sin utilizarse; por tanto, deben ser protegidas con barandillas (Figuras 19 y 20), barreras basculantes (Figura 21), etc.

Dichas aberturas en paredes que son utilizadas para la entrada de mercancías, deben ser señalizadas con letreros NO SALIDA.

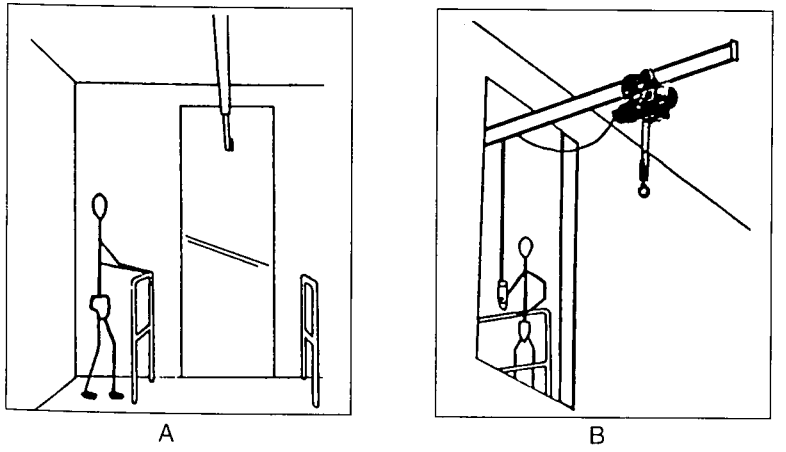


Figura 19. Hueco en pared para polipasto con barandillas a ambos lados, tras las que se resguarda el operario.

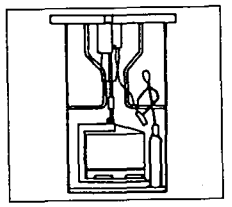


Figura 20. Hueco en pared protegido por barandilla que permite el paso de un palet.

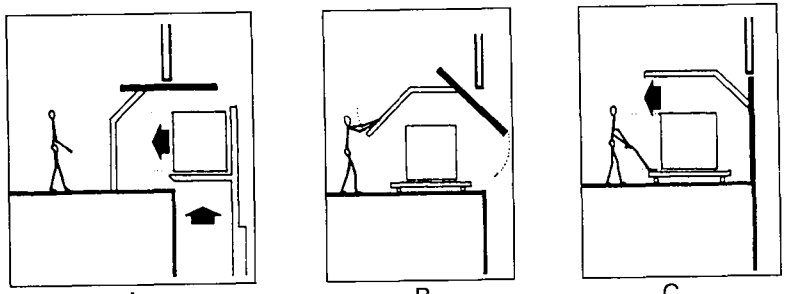


Figura 21. Hueco en pared de acceso de mercancías protegido por puerta basculante.

Ventanas

Los trabajadores deberán poder abrir, cerrar, ajustar y fijar de manera segura las ventanas, vanos de iluminación cenital y dispositivos de ventilación. Cuando estén abiertos, no deberán colocarse de forma que puedan constituir un peligro para los trabajadores.

Las ventanas con hojas abatibles hacia dentro son seguras a la hora de su limpieza; sin embargo, constituyen un peligro si están instaladas en zonas de paso.

Se recomienda evitar la instalación de ventanas del tipo hoja con abertura al exterior en forma de toldillo encima de los pasos de personal.

Tanto las ventanas como los vanos de iluminación cenital deberán proyectarse de manera conjunta con los equipos de trabajo y teniendo en cuenta su mantenimiento, dotándolos de dispositivos que permitan su limpieza sin riesgo para los trabajadores que deban efectuarla. Para la limpieza desde el exterior se emplearán atalajes de seguridad o plataformas elevadas.

8. CONSIDERACIONES ESPECIALES EN VÍAS DE CIRCULACIÓN Y LUGARES DE ESPECIAL PELIGROSIDAD

Iluminación

Las vías de circulación deben disponer de una buena iluminación (especialmente cuando se trate de: escaleras, acceso a ascensores, escaleras mecánicas, rampas, etc.), emplazando los interruptores en los accesos y junto a las puertas y previendo además iluminación de emergencia.

En patios, aparcamientos, muelles de carga, etc., debe cuidarse asimismo la iluminación. Si el aparcamiento se ha de utilizar de noche, tendrá iluminación suficiente como medida de seguridad y para prevención de robos. Se considera adecuada una iluminación de 50 lux.

Las intensidades recomendadas para las áreas de trabajo incluidas las zonas de circulación según la guía técnica del INSHT para la evaluación y prevención de los riesgos relativos a la utilización de los lugares de trabajo, son las siguinetes:

Cuadro 4

Zonas del lugar de trabajo	Iluminación en lux
Zonas donde se ejecuten tareas con bajas exigencias visuales	100
Zonas donde se ejecuten tareas con moderadas exigencias visuales	200
Zonas donde se ejecuten tareas con altas exigencias visuales	500
Zona donde se ejecuten tareas con muy altas exigencias visuales	1.000
Áreas o locales de uso ocasional	50
Áreaa o locales de uso habitual	100
Vías de circulación de uso ocasional	26
Vias de circulación de uso habitual	50

Rugosidad de las paredes

A lo largo de las vías de circulación de peatones, las paredes deben ser lisas, evitando con ello las quemaduras por rozamiento.

Señalización

Las vías de circulación deben pintarse con franjas (amarillas, blancas, etc.) en el suelo delimitando su anchura.

Los obstáculos permanentes en o junto a vías de circulación que no se pueden eliminar, deben destacarse por medio de colores (tipo cebra, ver R.D. 485/97 sobre Señalización en el puesto de trabajo). Como ejemplo de ello se pueden destacar pilares, alturas reducidas en dinteles de puertas (tanto para peatones como para vehículos), rampas y diferencias de nivel (Figuras 22 y 23).

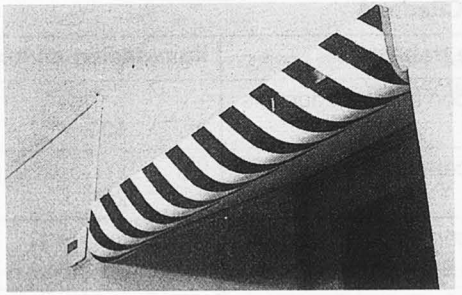


Figura 22

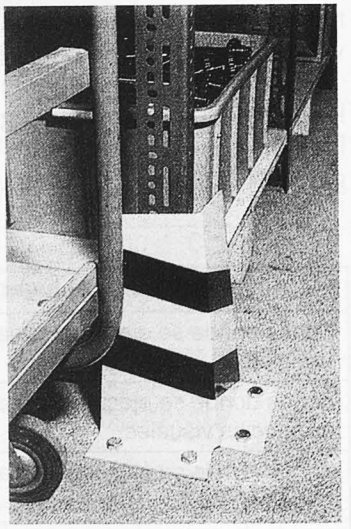


Figura 23

Los obstáculos momentáneos o temporales son frecuentemente evitables y en todo caso deben señalizarse.

Los lugares peligrosos para el tráfico interior se señalizarán aplicando el Real Decreto 485/97, sirviendo de guía el Código de Señalización en Carretera salvo que contradiga el mencionado Real Decreto (Figura 24), por ejemplo:

- Paso de carretillas.
- STOP.
- Preferencia de paso.

- Diferencia de nivel.
- Peso máximo admisible del suelo.
- Altura máxima.
- Velocidad limitada.
- Prohibido el paso a personas.
- Etcétera.

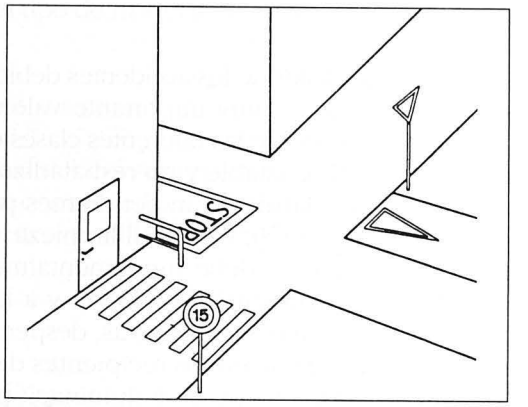


Figura 24. Señalización de un cruce peligroso para el tráfico en interior de fábrica.

Rejillas

Si se utilizan rejillas para cubrir los desagües que cruzan o transcurren a lo largo de vías por donde circulan peatones, aquéllas deben ser antideslizantes.

Las rejillas deben instalarse de tal forma que no se deslicen ni basculen, quedando exactamente al nivel del suelo. Si poseen bisagras, no deben sobrepasar el nivel del suelo.

Superficies deslizantes

Las superficies de las vías de circulación deben ser antideslizantes. En previsión de posibles derrames se preverán desagües y se limpiará tan rápidamente como se pueda el área de circulación y/o de trabajo.

Cubetas de retención o bandejas de recogida

Si existen recipientes de almacenamiento de líquidos junto a una vía de circulación, se debe disponer de cubetas de retención o dotar de bandejas de recogida para caso de goteo o posibles derrames.

9. SUELOS

Una de las causas primordiales de los accidentes debidos al suelo son los resbalones, de modo que es muy importante valorar el riesgo de deslizamiento sobre la superficie de las diferentes clases de pavimentos.

El pavimento ha de ser fijo, estable y no resbaladizo ni susceptible de serlo con el uso, sin irregularidades ni pendientes peligrosas, a ser posible no superiores al 10 por 100, y de fácil limpieza.

El riesgo de deslizamiento se debe fundamentalmente al tipo de construcción del suelo, al coeficiente de fricción y a los materiales y productos de desecho, tales como polvo, gravas, desperdicios, etc., que se acumulan en el suelo en vez de en los recipientes de desecho.

A veces el peligro se debe a una escasa iluminación, mala identificación y a una visibilidad deficiente, por lo que es conveniente revisar periódicamente las diferentes instalaciones.

Tipos de suelo

La máxima seguridad se consigue cuando a la hora de diseñarlos se tiene en cuenta el tipo de planta en la cual se van a instalar.

Se debe prever y tener en cuenta las condiciones relacionadas con los servicios (peatones, tráfico rodado, incidencia de cargas, etc.), con los factores ambientales (humedad, calor, ruido, vibraciones, lluvia, etc.), con los materiales de los procesos de producción (productos químicos, grasas, aceites, disolventes, etc.) y también las posibilidades de un fácil y buen mantenimiento.

Por tanto, se deben considerar los siguientes aspectos:

- Deben ser lo suficientemente sólidos como para resistir a la rotura ante cualquier carga estática como: maquinaria, herramientas, etc., y ante cualquier carga dinámica, como por ejemplo el tráfico o el manejo de materiales.

- También se debe tener en cuenta la resistencia al desgaste y a la abrasión, y la incidencia del táfico rodado.
- La resistencia a los productos químicos debe tenerse muy en cuenta, sobre todo en el caso de que haya riesgo de derrames de aceites, de solventes, ácidos, etc.
- Para evitar el riesgo por descarga electrostática, y conseguir una buena resistencia al fuego, los locales deben cuidar especialmente no sólo el tipo de material del suelo sino además su recubrimiento.

Cargas sobre los suelos

La carga ideal deberá ser repartida uniformemente en todo el área. La misma carga concentrada en el centro del vano necesitará el doble de resistencia estructural (Figura 25).

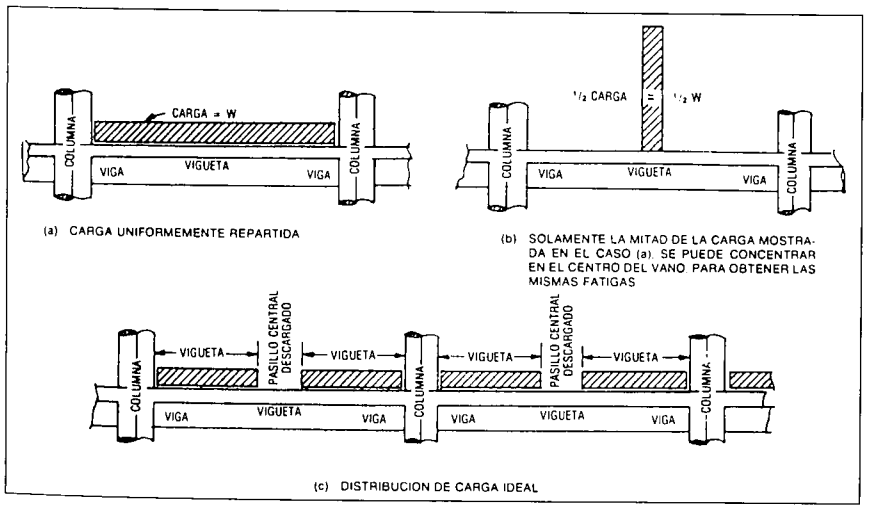


Figura 25. Varios tipos de carga. Según la situación de la carga puede variar la carga total que puede soportar un piso.

La distribución de carga es, a menudo, un problema complejo.

La mayoría de los edificios están proyectados para soportar cargas uniformes. Una carga concentrada en el centro supone el doble de fatiga que una carga uniforme de igual peso. Por esta razón, la mayoría

de las cargas concentradas muy pesadas, como las máquinas, se colocarán directamente sobre vigas o jácenas, no sobre los forjados o viguetas.

El dato de la carga máxima sobre un piso tiene que ser comprobados nunca debe ser un dato estimado. Son peligrosas las estimaciones aproximadas basadas en la experiencia, o la adopción de conclusiones a partir de datos hallados casualmente en una ojeada a un manual. Deben utilizarse datos seguros, o si no, se deberá encomendar un análisis estructural a un ingeniero cualificado.

La sobrecarga de los pisos, tanto debido a la instalación de equipos pesados como a una inadecuada distribución de los almacenamientos o al transporte pesado, es específicamente peligroso. Se deberá señalizar sobre paredes o sobre rótulos la carga máxima permisible sobre el piso (por ejemplo, 1.500 kg/cm^2).

Propiedades físicas de los revestimientos de suelo

Las superficies de los suelos son la causa de muchos resbalones y caídas, por lo que éstos deberán tener la condición de antideslizantes. No obstante, el deslizamiento puede aumentar a consecuencia de la humedad, el aceite, la grasa, las sustancias extrañas o residuales y la limpieza o el encerado no adecuados.

La mayoría de las lesiones sufridas como consecuencia de una caída se achacan al suelo resbaladizo; un aspecto a tener en cuenta, adicional al estado de los suelos, es el estado de los zapatos o tipos de suelas utilizadas.

En el Cuadro 5 se da la resistencia relativa al deslizamiento para distintas combinaciones de suelo y suelas de zapato, en condiciones húmedas o mojadas.

Mantenimiento de los suelos

Debe existir una programación adecuada para la limpieza periódica de los suelos; si no existe personal propio de limpieza, se deberá inculcar a cada trabajador la idea de que se responsabilice en parte del buen mantenimiento de su zona de trabajo y de que ha de dar cuenta inmediata de las condiciones peligrosas del suelo como derrames de líquidos, aceites, agujeros en el suelo, etc.

Cuadro 5

Condiciones del suelo	Tipo de suelo	Material de la suela del zapato		
		Cuero o PVC	Goma y poliuretanos	Goma y poliuretanos microcelulares
Pulido	Acero inoxidable	1	1	2
	Cerámica pulida	1	1	2
	Madera pulida	1	1	2
	Resina suave	1	1	2
Mate	Cerámica mate	1	2	2
	Terrazo	1	2	3
	PVC/vinilo	2	2	3
	Cemento/hormigón	2	3	3
Rugoso	Piedra de pavimento	2	3	3

1 2 3

La combinación más deslizante — La combinación menos deslizante

La aplicación de este criterio se extiende al ámbito de los suelos de locales o zonas donde se desarrolla una actividad industrial que exija del pavimento resistencias especiales a la abrasión o al impacto, al ataque accidental de agentes agresivos químicos y a temperaturas elevadas, o con características como: antichispa, desmontable, antideslizante, puesta en servicio inmediata y amortiguación de golpes, etc.

10. PUERTAS Y SALIDAS

La posición, el número, los materiales y las dimensiones de las puertas vendrán determinados por el carácter de la actividad y el tipo de local, pero deben cumplirse unas condiciones mínimas:

- La distancia máxima entre las puertas de salida al exterior no debe exceder de 45 m.

- El ancho mínimo de las puertas exteriores debe ser de 1,20 m, si el número de trabajadores que las utiliza normalmente, en la misma jornada laboral, no excede de 50, y se aumentará su anchura en 50 cm por cada 50 trabajadores más o fracción.
- En los centros de trabajo expuestos singularmente a riesgos de incendio, explosión, intoxicación súbita, que precisen una rápida evacuación, es obligatorio disponer como mínimo de dos salidas al exterior, situadas en lugares opuestos. No obstante, para estos casos se deben consultar las normas específicas apropiadas al caso.
- Las puertas que no sean de vaivén deben abrir en la dirección de salida.
- Las puertas y portones que se cierran solos deben ser transparentes o tener paneles transparentes. Cuando las superficies transparentes o translúcidas de las puertas y portones no sean de material de seguridad, y cuando haya peligro de que una puerta o portón salte en pedazos con riesgo de herir a personas, dichas superficies deben estar protegidas contra la rotura.

Durante la jornada de trabajo, todas las puertas al exterior deben poderse abrir.

Señalización. Las puertas transparentes deben ir provistas de una señal a la altura de la vista. Las puertas situadas en las vías de emergencia, y las consideradas como tal deben iluminarse y proveerse de señalización (ver capítulo de Señalización).

Salidas de emergencia. Las puertas situadas en las vías de emergencia se deben poder abrir en cualquier momento desde el interior sin ayuda especial.

Situaciones especiales. Las puertas de acceso a las escaleras no se abrirán directamente sobre sus escalones, sino sobre descansos de profundidad igual a la anchura de la escalera (Figura 26).

En las proximidades inmediatas de los portones destinados básicamente a la circulación de vehículos, deberán existir, salvo cuando la circulación de peatones resulte segura, puertas para el paso de peatones, que se deben señalizar (Figura 27) y mantener permanentemente despejadas.

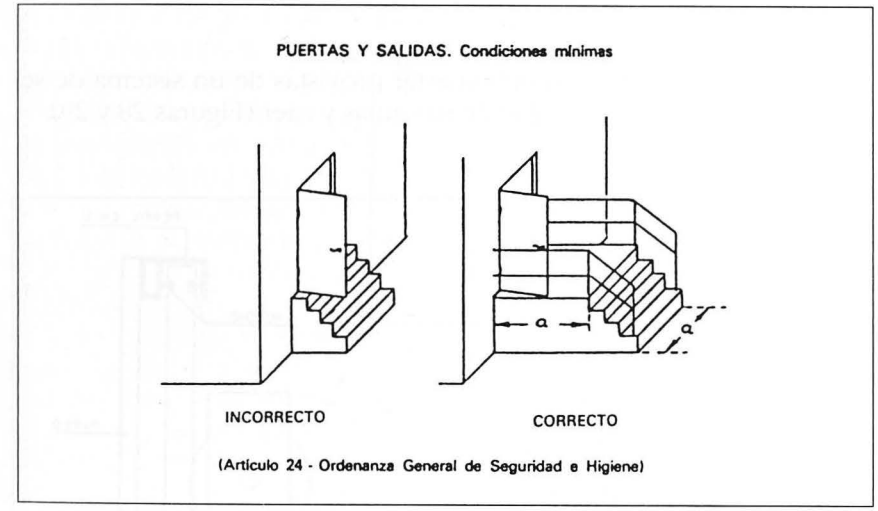


Figura 26

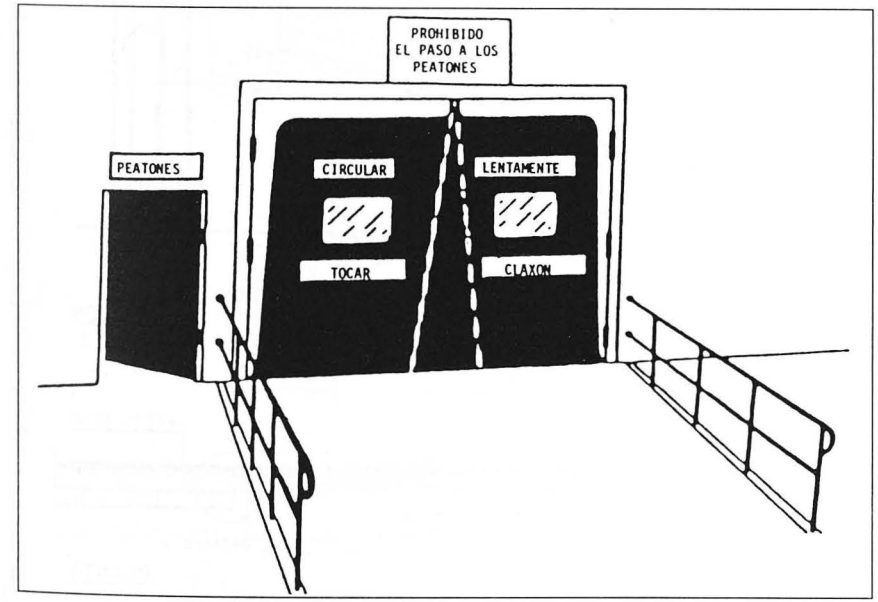


Figura 27. Puertas separadas para tráfico de vehículos y paso de peatones.

PUERTAS CORREDERAS

Las puertas correderas deben estar provistas de un sistema de seguridad que les impida salirse de sus guías y caer (Figuras 28 y 29).

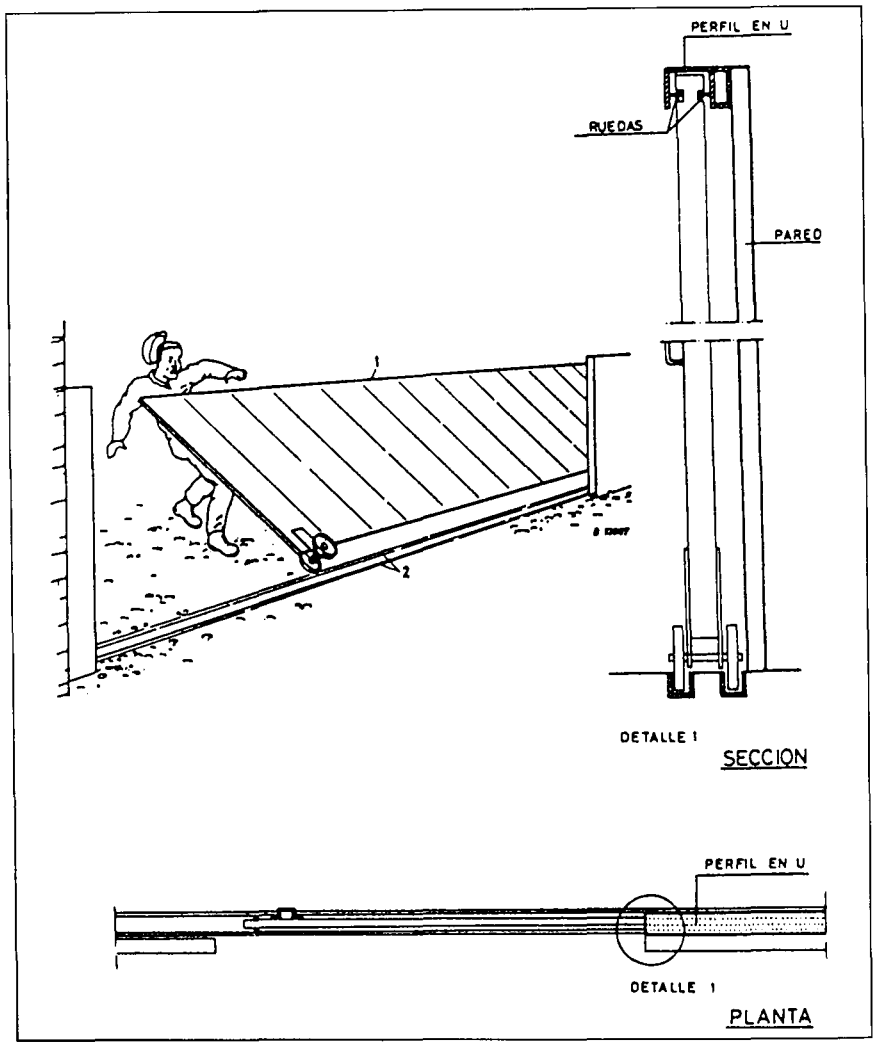


Figura 28

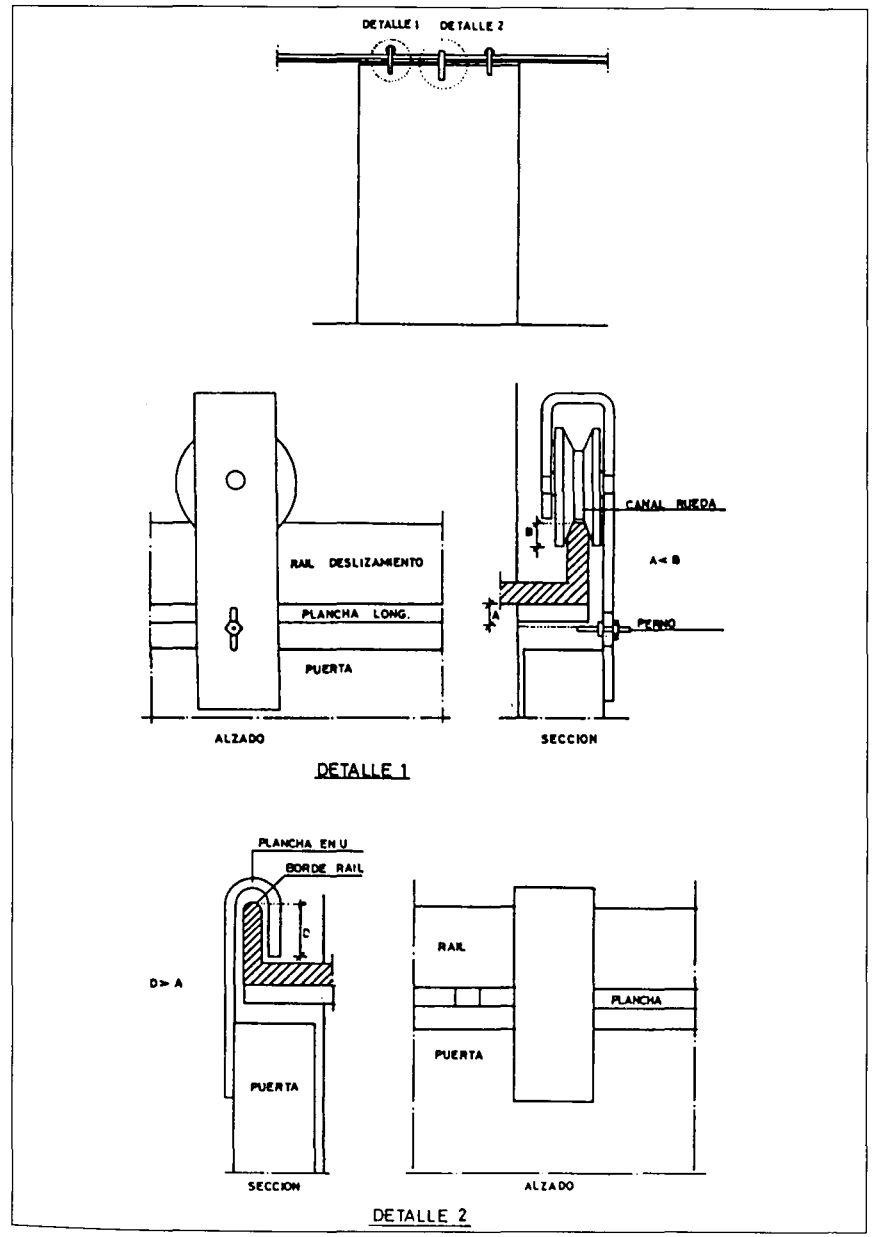


Figura 29

PUERTAS BASCULANTES

Las puertas suspendidas de un cable y contrapeso deben dimensionarse adecuadamente. El recorrido de los contrapesos debe ir protegido mediante planchas o celosía, suficientemente sólidas y altas para excluir toda posibilidad de accidente por atrapamientos entre su arista superior y los contrapesos, Además estas celosías deen ser abatibles a fin de poder inspeccionar periódicamente el estado del cable y la sujeción de éste al contrapeso.

La suspensión debe ser con doble cable, que deben quedar unidos directa e independientemente de los contrapesos (Figura 30).

Dicha unión, en el caso de un único contrapeso, nunca se hará como muestra la Figura 31. Un solo cable une los dos puntos de suspensión de la puerta con el contrapeso. En cada movimiento de la puerta, el cable sufre, en un corto espacio de tiempo, dos flexiones consecutivas en las dos poleas muy próximas (5).

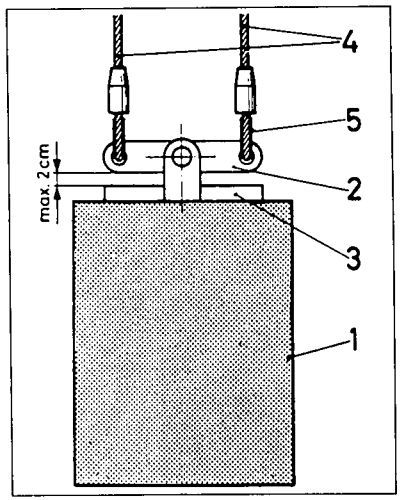


Figura 30. Dispositivo de equilibrio. 1) Contrapeso. 2) Palanca de compensación. 3) Soporte. 4) Cable. 5) Guardacabo.

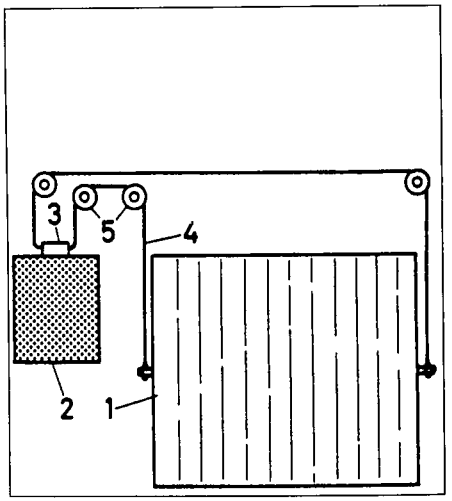


Figura 31. Puerta de garaje suspendida por un solo cable. 1) Puerta. 2) Contrapeso. 3) Brida de suspensión. 4) Cable. 5) Poleas muy próximas.

Sujeción de los cables. La sujeción de los cables exige mucho cuidado. En general, se hace por medio de un ojal al final del cable sujeto con pernillos o abrazaderas. Para evitar el aplastamiento del cable, debe ponerse un guardacabos en el interior del ojal.

Se recomienda utilizar manguitos prensados o terminales de cable confeccionados por el fabricante. En cualquier caso, las bridas con abrazaderas serán colocadas según la Figura 32.

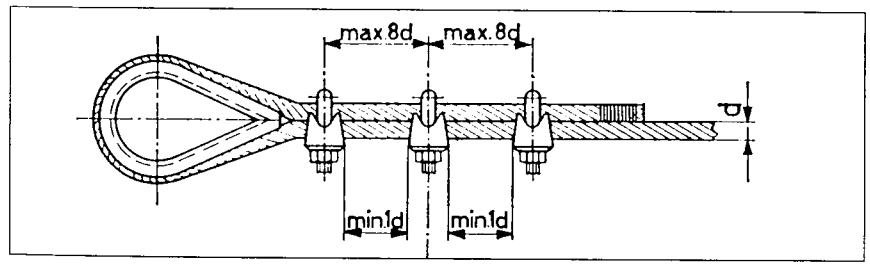


Figura 32

Paracaídas. Las puertas y portones que se abren hacia arriba deben ir provistos de un sistema de seguridad que les impida descender de manera no prevista o caerse en caso de fallo de su sistema de sustentación.

El paracaídas es el elemento fundamental para prevenir tales accidentes (Figura 33). Cuando se produce la rotura del cable (5), el trinquete (2), por la acción del muelle, gira hasta que es pasado por el rail de conducción (3) y por el tope (4). El pequeño espacio que hay entre dos topes, soldados al marco de la puerta, hacen que la caída de ésta sea imposible.

Protección contra el viento. Las puertas basculantes, especialmente expuestas a la acción del viento, deben estar provistas de un sistema de sujeción que impida su cierre de forma inadvertida (Figura 34).

PUERTAS MECÁNICAS

El R.D 486/97 hace referencia especial a este tipo de puertas que deben llevar dispositivos de parada de emergencia, o abrir automáticamente en caso de avería, a fin de evitar los riesgos de accidente (Figura 35). Se recomienda ver el apartado 6; Puertas y Portones del Anexo I-A de la guía técnica para la utilización de los lugares de trabajo del INSHT.

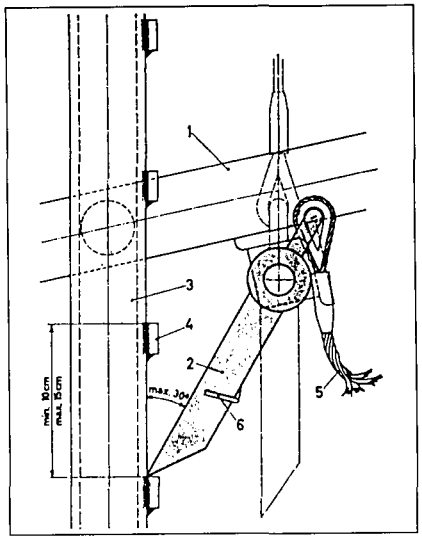


Figura 33. Paracaídas exterior con trinquete. 1) Puerta. 2) Trinquete. 3) Carril de conducción. 4) Tope. 5) Cable. 6) Muelle.

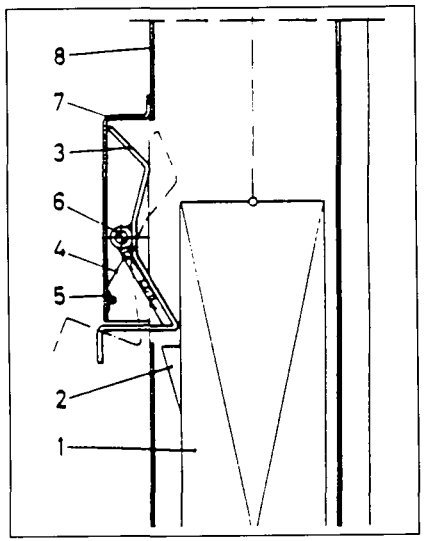


Figura 34. Paracaídas exterior con trinquete. 1) Puerta. 2) Trinquete. 3) Carril de conducción. 4) Tope. 5) Cable. 6) Muelle.

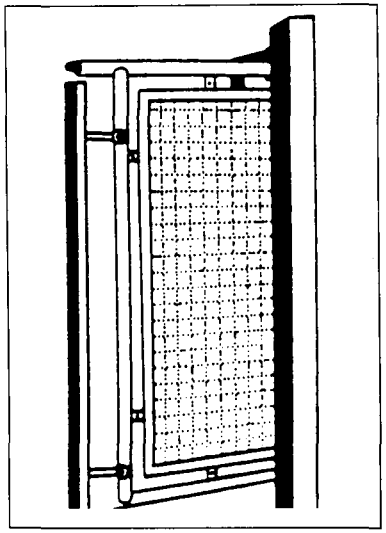


Figura 35. Puerta corredera dispositivo antiaplastamiento. Barra de contacto.

11. ALMACENES

Los edificios industriales en raras ocasiones tienen bastante espacio para almacenamiento. El espacio necesario para las materias primas y para los productos acabados se suele estimar en función de la producción máxima, con algunos márgenes justificados por las paradas en la producción, las expediciones estacionales y las compras masivas.

Los modernos equipos de manipulación y apilamiento permiten una utilización mayor del espacio vertical mediante el uso de estanterías dobles y triples. Si se prevé el empleo de este método para el futuro, el proyecto inicial tendrá en cuenta los posibles aumentos de carga sobre el piso. Por supuesto, el almacén será motivo de un estudio específico frente al riesgo de incendio.

Estanterías. Las estanterías deben quedar bien sujetas al suelo; para ello los largueros llevarán una base que se pueda fijar al suelo, sujetándose además las estanterías entre sí y a la pared. Los largueros deben ir provistos de dispositivos de seguridad que impidan su desenganche accidental de los largueros (Figura 36).

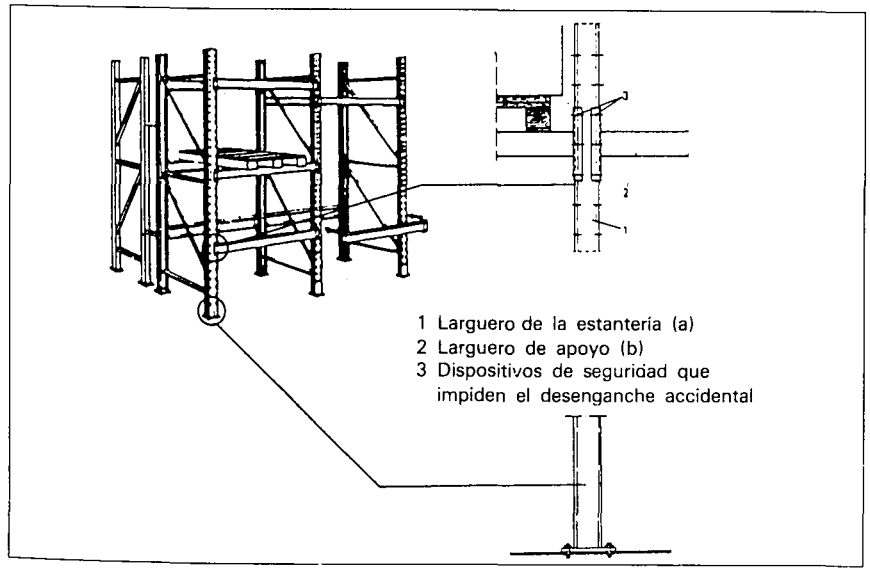


Figura 36. Detalle de fijación de los largueros al suelo, y dispositivo de seguridad que evita el desenganche de los largueros de apoyo.

Cuando se almacena o transporta material, es muy importante el buen estado de la superficie de los pisos. Las roturas se repararán inmediatamente, y se eliminarán residuos o productos peligrosos derramados.

Si hay espacios para salidas de humos, éstos no deben quedar obstruidos por la mercancía. Asimismo, se garantizará el acceso a cajas de distribución y armarios eléctricos.

Si se dispone de *sprinklers* o rociadores, debe dejarse un espacio libre entre el nivel máximo de la mercancía y aquéllos de al menos entre 30 y 60 cm.

En almacenes de mucha rotación de material, conviene pintar una raya horizontal en la pared y señales en los montantes de las estanterías para indicar la altura máxima de almacenamiento permitida.

Hay que cerciorarse de que queden libres los controles automáticos del sistema de *sprinklers* o rociadores, así como el acceso a los extintores y mangueras contra incendios, debiendo quedar libres todas las salidas y pasillos.

Las dimensiones de los pasillos serán adecuadas a las dimensiones de la mercancía y a los equipos de manutención utilizados. Se deben marcar los pasillos, zonas de descarga y de estacionamiento de carretillas (manuales o automotoras). Para evitar colisiones, son útiles los espejos cóncavos en los cruces y las señales de tráfico, sobre todo para equipos motorizados (ver «vías de circulación»).

Si la estantería sufre desperfectos (choques, corrosión, etc.), será reparada de inmediato.

Las esquinas en vías por donde circulan vehículos deben estar provistas de una protección contra los golpes. Dicha protección irá sujeta al suelo, separada del montante de la estantería (Figura 22).

Tanto los almacenamientos temporales como los permanentes deben mantenerse limpios y ordenados.

Los materiales amontonados casualmente o desparramados aumentan las posibilidades de accidentes personales y daños materiales.

Se debe prever el espacio necesario para el suministro de repuestos, herramientas y equipos de uso infrecuente.

Los materiales que sobresalgan de estanterías o apilamientos estarán situados por encima del nivel del ojo. Cuando se trate de materiales con bordes cortantes, se especificará el empleo de cajones u otros depósitos semejantes que sean seguros.

La zona de acceso manual a piezas, útiles, material auxiliar, etc., en las estanterías no debe coincidir sobre una vía por donde circulen vehículos.

Si la parte superior de las estanterías, de acceso manual, es inaccesible desde el suelo, se debe disponer de una barra horizontal a lo largo de la estantería, sobre la que se apoyará una escalera manual provista de ganchos en su extremo superior (Figura 37). No debe permitirse que los operarios trepen por las estanterías.

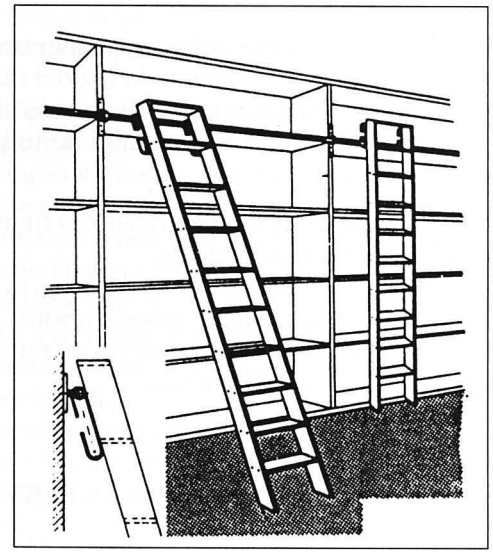


Figura 37. Escalera de mano provista de ganchos para sujeción en estanterías.

Residuos. El almacenamiento de residuos puede ocupar mucho espacio, especialmente si se trata de material a granel o producido en grandes cantidades. En los edificios, el vertido a tolvas de almacenamiento situadas en el sótano ayuda a evitar las acumulaciones en los lugares de trabajo.

Cuando se trate de materiales con bordes cortantes, se dispondrá el empleo de cajones con asas, o contenedores que protejan de aquéllos, para que su manipulación posterior sea segura.

12. LUGARES DE TRABAJO EXTERIORES

Los puestos de trabajo, vías de circulación y otros emplazamientos e instalaciones situados al aire libre, ocupados por trabajadores durante

sus actividades se deberán concebir de tal manera que la circulación de peatones y de vehículos se pueda realizar sin peligro.

Tanto las vías de circulación principal situadas en el interior de la empresa, como las utilizadas para el mantenimiento y vigilancia regular de las instalaciones, y los muelles de carga y descarga, deberán estar de acuerdo con las disposiciones y condiciones descritas en el apartado correspondiente.

Los lugares de trabajo al aire libre deberán poseer una iluminación artificial suficiente cuando no sea suficiente la luz del día.

Cuando los trabajadores ocupen puestos de trabajo al aire libre, éstos deberán estar acondicionados, en la medida de lo posible, de tal manera que los trabajadores:

a) Estén protegidos contra las inclemencias del tiempo y, en caso necesario, contra la caída de objetos.
b) No estén expuestos a niveles sonoros nocivos ni a factores exteriores perniciosos (por ejemplo gases, vapores, polvo, etc.).
c) Puedan abandonar rápidamente su puesto de trabajo en caso de peligro o recibir auxilio rápidamente.
d) No puedan resbalar o caerse.

13. INSTALACIONES DE SERVICIO PARA EL PERSONAL

Locales de descanso

Cuando la seguridad o la salud de los trabajadores, en particular en razón al tipo de actividad y el número de estos, cuando se sobrepase el cuantía que así lo exija, deberán poder disponer de un local de descanso de fácil acceso.

Esta disposición no se aplicará cuando el personal trabaje en despachos o en lugares de trabajo similares que ofrezcan posibilidades de descanso equivalentes durante las pausas.

Los locales de descanso deberán tener unas dimensiones suficientes y estar equipados con un número de mesas y de asientos con respaldo acordes con el número de trabajadores.

Se debe tener en cuenta que está prohibido fumar en los lugares de trabajo, por lo que la empresa identificará aquellas zonas fuera del lugar de trabajo en las que está permitido fumar.

Cuando el horario de trabajo se interrumpa regular y frecuentemente y no existan locales de descanso, se deberán poner otros locales a disposición del personal para que pueda permanecer en ellos durante la interrupción del trabajo, en los casos en que lo requiera la seguridad o la salud de los trabajadores.

A estas instalaciones hace particularmente referencia el R.D. 486/97 sobre condiciones mínimas de los lugares de trabajo.

Locales destinados a primeros auxilios

Cuando la importancia de los locales, el tipo de actividad que en ellos se desarrolle y la frecuencia de los accidentes lo requieran, se deberán destinar uno o varios locales a los primeros auxilios. (Cuadro 6).

Los locales destinados a los primeros auxilios deberán estar equipados con las instalaciones y el material de primeros auxilios indispensables y ser de fácil acceso.

Estos locales deberán estar perfectamente señalizados de acuerdo con la normativa vigente; asimismo, en diversos puntos de la fábrica deberán existir rótulos que señalen la dirección donde se encuentra el local de primeros auxilios.

Deberá disponerse también de material de primeros auxilios o botiquines en todos los lugares donde las condiciones de trabajo lo requieran (Cuadro 6).

Cuadro 6. R.D. 486/97

INSTALACIONES SANITARIAS
— Centros de trabajo con más de 50 trabajadores no dependientes de empresas con servicio médico: • Local destinado exclusivamente a asistencia sanitaria de urgencia, dotado de botiquines portátiles.
— Los locales dispondrán, como mínimo, de un botiquín, una camilla y una fuente de agua potable. Estarán próximos a los puestos de trabajo y serán de fácil acceso para las camillas.
(En todos los centros se exige existencia de botiquín fijo o portátil.)

Instalaciones de aseo

Las condiciones mínimas exigidas por el R.D. 486/1997 vienen resumidas en el Cuadro 7.

Vestuarios

Deberá haber vestuarios adecuados a disposición de los trabajadores cuando éstos deban llevar ropa de trabajo especial y no se les pueda pedir, por razones de salud o de decoro, que se cambien en otra dependencia y estarán debidamente separados para los trabajadores de uno y otro sexo.

Cuadro 7. Condiciones mínimas de vestuarios y aseos según el R.D. 486/1997 y Guía técnica del INSHT

CONDICIONES MÍNIMAS DE LOS LOCALES DE TRABAJO SERVICIOS DE HIGIENE
Vestuarios y aseos: — 2 m²/trabajador: altura mínima de techo 2,30 m. (Excepción oficinas y comercios con menos de 10 trabajadores.)
Retretes: — 1 inodoro por cada 25 hombres o fracción. — 1 inodoro por cada 15 mujeres o fracción. — Dimensiones mínimas de las cabinas 1 × 1,20 m y 2,30 m de altura.
Duchas: Exigidas para empresas que impliquen trabajos sucios, manipullación de sustancias tóxicas, infecciosas o irritantes, calor excesivo, esfuerzos físicos o especial higiene en el proceso de fabricación: — 1 ducha por cada 10 trabajadores (agua caliente y fría).

Los vestuarios deberán tener fácil acceso, una capacidad suficiente y estar equipados de asientos.

Dichos vestuarios tendrán una superficie mínima de 2 m² por cada trabajador que haya de utilizarlo, y la altura mínima, será de 2,30 m. Poseerán armarios que permitan a cada trabajador guardar bajo llave su ropa durante la jornada laboral.

Si las circunstancias lo exigen (por ejemplo, exposición a plomo, mercurio, asbesto, etc.), los armarios para la ropa de trabajo deberán estar separados de los armarios de la ropa de calle.

Se dispondrá de un lavabo de agua corriente con jabón por cada grupo de 10 empleados o fracción y un espejo por cada grupo 25 trabajadores o fracción, que finalicen su jornada simultáneamente.

Se dotará de toallas individuales o toalleros automáticos.

Duchas y lavabos

En empresas con trabajos marcadamente sucios, se dispondrá de una ducha por cada 10 trabajadores o fracción, que finalicen la jornada a la misma hora.

Estarán aisladas, cerradas y separadas para uno y otro sexo, con cierre en el interior.

Las salas de ducha deberán tener dimensiones suficientes para permitir que cualquier trabajador se asee sin obstáculos y en adecuadas condiciones de higiene.

Deberán disponerse lavabos separados o una utilización por separado de los mismos para hombres y mujeres cuando ello sea necesario por razones de decencia.

Si las salas de duchas o de lavabos y los vestuarios estuvieran separados, la comunicación entre unas dependencias y otras deberá ser fácil.

Retretes

Los trabajadores deberán disponer, en las proximidades de sus puestos de trabajo, de los locales de reposo, de los vestuarios y de las salas de duchas o de lavabos, de locales especiales equipados con un número suficiente de retretes y de lavabos.

Los retretes deberán estar separados para la utilización por hombres y mujeres.

- Estos serán con descarga automática de agua corriente y provistos de papel higiénico. Estarán separados para uno y otro sexo cuando se empleen más de 10 trabajadores.
- Existirá uno por cada 25 hombres y otro por cada 15 mujeres o fracción que trabajen en la misma jornada.
- Las dimensiones mínimas de las cabinas serán de 1 × 1,20 m de superficie y 2,30 m de altura.
- Las puertas impedirán totalmente la visibilidad desde el exterior y estarán provistas de cierre interior y de una percha.

Actividades donde se manipulan sustancias peligrosas

En los trabajos donde se manipulan sustancias como asbestos, plomo, cloruro de vinilo, monómero, etc., las instalaciones de aseo per-

sonal deberán reunir las condiciones requeridas en los reglamentos específicos correspondientes.

14. BIBLIOGRAFÍA

BOISSELIER, J. «Tratado de Higiene y Seguridad en el Trabajo». Madrid, 1976.

DAULL, P. «Manutención y circulación en las fábricas» INMST, n.º 677. Madrid, 1976, págs. 1 a 10. *Cahiers de Notes Documentaires*, 941-78-75, 1975.

GEROLD, Gray; KONRAD, Matt y Felix SCHACHER. «Voles de circulation a e'interieur de l'entreprise». Division de la prévention des accidents. Caisse Nationale Suisse d'assurance en cas d'accidents. Feuillet 22030 Lucerne 1986, 19 págs.

MEYER, F.: «Etagéres et armoires a tiroirs». Cahiers suisses de la sécurité du travail, n.º 127. Caisse Nationale Suisse d'assurance en cas d'accidents.

NATIONAL SAFETY COUNCIL. «Manual de prevención para operaciones industriales». Consejo Interamericano de Seguridad, Edit. MAPFRE. Madrid, 1977.

INSHT. Guía técnica para la evaluación y prevención de riesgos relativos a la Utilización de los Lugares de Trabajo.

INSHT. Guía técnica para la evaluación y prevención de riesgos sobre la Señalización de Seguridad y Salud en el Trabajo

OIT. «Enciclopedia de Salud y Seguridad en el Trabajo». Ministerio de Trabajo y Seguridad Social. Madrid, 1989.

ROUX, M. «Manipulations verticales». Regles de securité preventique, n.º 26. Mars/Avril 1989. Págs. 75 a 79.

WIRZ, W. «Prévention des accidents dus aux portes». Cahiers suisses de la sécurité du travail, n.º 93. Caisse Nationale Suisse d'asurance en cas d'accidents.

3.2 Áreas de trabajo (II). Trabajos en altura

Actualizado por JOSÉ CARLOS ALQUÉZAR

1. INTRODUCCIÓN

La protección del trabajo en altura es una materia que no ocupa el espacio que merece en los manuales de seguridad. Tradicionalmente no tiene un espacio propio, sino que se incluye en capítulos dedicados a los lugares de trabajo, o a la protección colectiva o individual. Sólo aparece como una materia con entidad propia en los manuales dedicados específicamente a construcción, ya que parece que la caída de altura es un riesgo casi exclusivo de ese sector. Nada más lejos de la realidad; si se consultan las estadísticas de accidentabilidad publicadas por el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene español, se observa que la caída de altura es, obviamente, la primera causa de accidente grave y mortal en el sector de construcción en España, pero observando los datos del resto de sectores y teniendo en cuenta que los accidentes causados por patologías no traumáticas (infartos, derrames cerebrales,...) tienen un difícil tratamiento desde el punto de vista de prevención técnica, y que los accidentes causados por atropellos y golpes con vehículos incluyen en su mayor parte los accidentes de tráfico ocurridos en los desplazamientos dentro de la jornada de trabajo, podemos concluir que las caídas de altura son:

- En la agricultura, la primera causa técnica de accidente grave y mortal.

- En la industria, la primera causa técnica de accidente mortal y la segunda de accidente grave (tras los atrapamientos por o entre objetos, en su mayor parte causados por las máquinas y equipos utilizados en este sector).
- En el sector servicios, la primera causa de accidente grave y la segunda de accidente mortal.

Tabla 1. Causas de accidente mortal por sectores.
Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo

Construcción	Agricultura	Industria	Servicios
1. Caída de altura 93 accidentes (34,57%)	1. Patologías no traumáticas 35 accidentes (31,82%)	1. Patologías no traumáticas 65 accidentes (30,09%)	1. Atropellos o golpes con vehículos 171 accidentes (39,31%)
2. Patologías no traumáticas 43 accidentes (15,99%)	2. Caída de altura 19 accidentes (17,27%)	2. Atropellos o golpes con vehículos 39 accidentes (18,06%)	2. Patologías no traumáticas 148 accidentes (34,02%)
3. Atropellos o golpes con vehículos 39 accidentes (14,50%)	3. Atrapamientos por vuelco de máquinas o vehículos 17 accidentes (15,45%)	3. Caída de altura 28 accidentes (12,96%)	3. Atrapamientos por vuelco de máquinas o vehículos 24 accidentes (5,51%)
4. Caídas de objetos por desplome o derrumbamiento 25 accidentes (9,29%)	4. Atrapamientos por o entre objetos 10 accidentes (9,10%)	4. Atrapamientos por o entre objetos 17 accidentes (7,87%)	4. Caída de altura 17 accidentes (3,91%)
5. Exposición a contactos eléctricos 18 accidentes (6,69%)	5. Caídas al mismo nivel 8 accidentes (7,27%)	5. Caídas de objetos por desplome o derrumbamiento 12 accidentes (5,56%)	5. Accidentes causados por seres vivos 15 accidentes (3,48%)

Tabla 2. Causas de accidente grave por sectores.
Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo

Construcción	Agricultura	Industria	Servicios
1. Caída de altura 1504 accidentes (44,37%)	1. Caída de altura 235 accidentes (21,5%)	1. Atrapamientos por o entre objetos 866 accidentes (28,37%)	1. Atropellos o golpes con vehículos 776 accidentes (17,05%)
2. Golpes por objetos o herramientas 320 accidentes (9,44%)	2. Caídas al mismo nivel 142 accidentes (12,99%)	2. Caída de altura 454 accidentes (14,87%)	2. Caída de altura 762 accidentes (16,75%)
3. Atrapamientos por o entre objetos 244 accidentes (7,20%)	3. Atrapamientos por o entre objetos 141 accidentes (12,81%)	3. Golpes por objetos o herramientas 405 accidentes (13,27%)	3. Caídas al mismo nivel 555 accidentes (12,20%)
4. Caídas al mismo nivel 235 accidentes (6,93%)	4. Golpes por objetos o herramientas 118 accidentes (10,80%)	4. Caídas de objetos en manipulación 192 accidentes (6,29%)	4. Patologías no traumáticas 458 accidentes (9,98%)
5. Atropellos o golpes con vehículos 168 accidentes (4,96%)	5. Accidentes causados por seres vivos 85 accidentes (7,78%)	5. Patologías no traumáticas 168 accidentes (5,5%)	5. Golpes por objetos o herramientas 321 accidentes (7,05%)

Definitivamente, la caída de altura representa el primer riesgo de accidente grave y mortal (incluso sin considerar el sector de construcción). En cambio, la prevención de las caídas de altura no genera los esfuerzos que se dedican a otros riesgos, como los atrapamientos en máquina, por ejemplo. Es posible que la explicación de esta situación sea que en muchas ocasiones el riesgo de caída de altura no se genera en una actividad productiva, sino en una actividad complementaria a la principal de la empresa en cuestión (trabajos de mantenimiento de instalaciones en una empresa industrial, limpieza de cristales en un edificio de oficinas,...). En ocasiones incluso, no se tiene conciencia en las empresas de que se producen situaciones de trabajo con riesgo de

caída de altura, y cuando un prevencionista visita un centro de trabajo con el objetivo de evaluar sus riesgos y pregunta por los medios de los que se dispone para el trabajo en altura, la respuesta es «*que no se realizan trabajos en altura*», aun cuando puedan observarse múltiples instalaciones elevadas (de electricidad, de fluidos, de iluminación...) a las que ocasionalmente habrá que acceder para su limpieza, reparación o mantenimiento. En estas situaciones, en las que el empresario no es totalmente consciente de que existe realmente esta situación, es muy difícil que disponga equipos adecuados y seguros para realizar el trabajo. En otros casos sí se admite la existencia del trabajo en altura, pero se alude a la poca frecuencia en su realización para justificar la escasa seguridad de los medios de trabajo o de protección empleados.

La primera labor de un técnico de prevención, una vez detectada la situación que genera el riesgo de caída de altura, es convencer a la empresa de su existencia e importancia (una única ocasión en la que se produzca la caída de altura puede provocar un accidente mortal), y de la necesidad de dotar de los medios de trabajo necesarios para poder realizar el trabajo en condiciones seguras. Hay que tener en cuenta que la ausencia de datos de accidentes en relación con un riesgo potencialmente grave como es este, no debe ser considerada como una presunción de un bajo nivel de riesgo, y por tanto no debe autorizar medidas de seguridad menos estrictas. El hecho de que en muy pocas de las empresas que sufren un accidente muy grave o mortal por caída de altura no hayan sufrido otro similar con anterioridad no debe reducir la percepción del nivel de riesgo que presenta el trabajo en altura, ya que la gravedad suele ser muy alta o mortal en bastantes de los casos.

2. CRITERIOS LEGALES Y TÉCNICOS DE REFERENCIA

En el ámbito de la Unión Europea, la legislación más importante en la que se hace alguna referencia al trabajo en altura es la siguiente:

- Directiva 89/654/CEE, sobre las condiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- Directiva 92/57/CEE, sobre las disposiciones mínimas de seguridad y de salud que deben aplicarse en las obras de construcción temporales o móviles
- Directiva 2001/45/CE, por la que se modifica la Directiva 89/655/CEE relativa a las disposiciones mínimas de seguridad y de salud para la utilización por los trabajadores en el trabajo de los equipos de trabajo.

Todas ellas están traspuestas a la legislación española, a través de los dos siguientes Reales Decretos:

- Real Decreto 486/1997, sobre lugares de trabajo (transposición al Derecho español de la Directiva 89/654/CEE).
- Real Decreto 1627/1997, sobre obras de construcción temporales y móviles (transposición al Derecho español de la Directiva 92/57/CEE).
- Real Decreto 2177/2004, sobre trabajos temporales en altura.

A continuación se transcriben literalmente las partes más importantes de estos textos legales, en relación con el trabajo en altura.

Real Decreto 486/1997 sobre lugares de trabajo

ANEXO I. Condiciones generales de seguridad en los lugares de trabajo.

.../...

3. Suelos, aberturas y desniveles, y barandillas

1. Las aberturas o desniveles que supongan un riesgo de caída de personas se protegerán mediante barandillas u otros sistemas de protección de seguridad equivalente, que podrán tener partes móviles cuando sea necesario disponer de acceso a la abertura.

Deberán protegerse, en particular:

a). Las aberturas en los suelos.

b). Las aberturas en paredes o tabiques, siempre que su situación y dimensiones suponga riesgo de caída de personas, y las plataformas, muelles o estructuras similares. La protección no será obligatoria, sin embargo, si la altura de caída es inferior a 2 metros.

c). Los lados abiertos de las escaleras y rampas de más de 60 centímetros de altura. Los lados cerrados tendrán un pasamanos, a una altura mínima de 90 centímetros, si la anchura de la escalera es mayor de 1,2 metros; si es menor, pero ambos lados son cerrados, al menos uno de los dos llevará pasamanos.

2). Las barandillas serán de materiales rígidos, tendrán una altura mínima de 90 centímetros y dispondrán de una protección que impida el paso o deslizamiento por debajo de las mismas o la caída de objetos sobre personas.

4. Tabiques, ventanas y vanos

.../...

3.º Las ventanas y vanos de iluminación cenital deberán poder limpiarse sin riesgo para los trabajadores que realicen esta tarea o para los que se encuentren en el edificio y sus alrededores. Para ello deberán estar dotados de los dispositivos necesarios o haber sido proyectados integrando los sistemas de limpieza.

8. Escalas fijas

1.º La anchura mínima de las escalas fijas será de 40 centímetros y la distancia máxima entre peldaños de 30 centímetros.

2.º En las escalas fijas la distancia entre el frente de los escalones y las paredes más próximas al lado del ascenso será, por lo menos, de 75 centímetros. La distancia mínima entre la parte posterior de los escalones y el objeto fijo más próximo será de 16 centímetros. Habrá un espacio libre de 40 centímetros a ambos lados del eje de la escala si no está provista de jaulas u otros dispositivos equivalentes.

3.º Cuando el paso desde el tramo final de una escala fija hasta la superficie a la que se desea acceder suponga un riesgo de caída por falta de apoyos, la barandilla o lateral de la escala se prolongará al menos 1 metro por encima del último peldaño o se tomarán medidas alternativas que proporcionen una seguridad equivalente.

4.º Las escalas fijas que tengan una altura superior a 4 metros dispondrán, al menos a partir de dicha altura, de una protección circundante. Esta medida no será necesaria en conductos, pozos angostos y otras instalaciones que, por su configuración, ya proporcionen dicha protección.

5.º Si se emplean escalas fijas para alturas mayores de 9 metros se instalarán plataformas de descanso cada 9 metros o fracción.

Real Decreto 1627/1997 sobre obras de construcción temporales y móviles

ANEXO IV. Disposiciones mínimas de seguridad y de salud que deberán aplicarse en las obras

PARTE C - Disposiciones mínimas específicas relativas a puestos de trabajo en las obras en el exterior de los locales.

.../...

3. Caídas de altura

a) Las plataformas, andamios y pasarelas, así como los desniveles, huecos y aberturas existentes en los pisos de las obras que supongan para los trabajadores un riesgo de caída de altura superior a 2 metros, se protegerán mediante barandillas u otro sistema de protección colectiva de seguridad equivalente. Las barandillas serán resistentes, tendrán una altura mínima de 90 centímetros y dispondrán de un reborde de protección, un pasamanos y una protección intermedia que impidan el paso o deslizamiento de los trabajadores.

b) Los trabajos en altura sólo podrán efectuarse, en principio, con la ayuda de equipos concebidos para tal fin o utilizando dispositivos de protección colectiva, tales como barandillas, plataformas o redes de seguridad. Si por la naturaleza del trabajo ello no fuera posible, deberá disponerse de medios de acceso seguros y utilizarse cinturones de seguridad con anclaje u otros medios de protección equivalente.

c) La estabilidad y solidez de los elementos de soporte y el buen estado de los medios de protección deberán verificarse previamente a su uso, posteriormente de forma periódica y cada vez que sus condiciones de seguridad puedan resultar afectadas por una modificación, período de no utilización o cualquier otra circunstancia.

Real Decreto 2177/2004, sobre trabajos temporales en altura

ANEXO

.../...

4. Disposiciones relativas a la utilización de los equipos de trabajo para la realización de trabajos temporales en altura

1. Disposiciones generales

1. Si, en aplicación de lo dispuesto en la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, en concreto, en sus artículos 15, 16 y 17, y en el artículo 3 de este real decreto, no pueden efectuarse trabajos temporales en altura de manera segura y en condiciones ergonómicas aceptables desde una superficie adecuada, se elegirán los equipos de trabajo más apropiados para garantizar y mantener

unas condiciones de trabajo seguras, teniendo en cuenta, en particular, que deberá darse prioridad a las medidas de protección colectiva frente a las medidas de protección individual y que la elección no podrá subordinarse a criterios económicos. Las dimensiones de los equipos de trabajo deberán estar adaptadas a la naturaleza del trabajo y a las dificultades previsibles y deberán permitir una circulación sin peligro.

La elección del tipo más conveniente de medio de acceso a los puestos de trabajo temporal en altura deberá efectuarse en función de la frecuencia de circulación, la altura a la que se deba subir y la duración de la utilización. La elección efectuada deberá permitir la evacuación en caso de peligro inminente. El paso en ambas direcciones entre el medio de acceso y las plataformas, tableros o pasarelas no deberá aumentar el riesgo de caída.

2. La utilización de una escalera de mano como puesto de trabajo en altura deberá limitarse a las circunstancias en que, habida cuenta de lo dispuesto en el punto 4.1.1, la utilización de otros equipos de trabajo más seguros no esté justificada por el bajo nivel de riesgo y, por las características de los emplazamientos que el empresario no pueda modificar.

3. La utilización de las técnicas de acceso y de posicionamiento mediante cuerdas se limitará a circunstancias en las que la evaluación del riesgo indique que el trabajo puede ejecutarse de manera segura y en las que, además, la utilización de otro equipo de trabajo más seguro no esté justificada.

Teniendo en cuenta la evaluación del riesgo y, especialmente, en función de la duración del trabajo y de las exigencias de carácter ergonómico deberá facilitarse un asiento provisto de los accesorios apropiados.

4. Dependiendo del tipo de equipo de trabajo elegido con arreglo a los apartados anteriores, se determinarán las medidas adecuadas para reducir al máximo los riesgos inherentes a este tipo de equipo para los trabajadores. En caso necesario, se deberá prever la instalación de unos dispositivos de protección contra caídas. Dichos dispositivos deberán tener una configuración y una resistencia adecuadas para prevenir o detener las caídas de altura y, en la medida de lo posible, evitar las lesiones de los trabajadores. Los dispositivos de protección colectiva contra caídas sólo podrán interrumpirse en los puntos de acceso a una escalera o a una escalera de mano.

5. Cuando el acceso al equipo de trabajo o la ejecución de una tarea particular exija la retirada temporal de un dispositivo de protección colectiva contra caídas, deberán preverse medidas compensatorias y eficaces de seguridad, que se especificarán en la planificación de la actividad preventiva. No podrá ejecutarse el trabajo sin la adopción previa de dichas medidas. Una vez concluido este trabajo particular, ya sea de forma definitiva o temporal, se volverán a colocar en su lugar los dispositivos de protección colectiva contra caídas.

6. Los trabajos temporales en altura sólo podrán efectuarse cuando las condiciones meteorológicas no pongan en peligro la salud y la seguridad de los trabajadores.

4.2. Disposiciones específicas sobre la utilización de escaleras de mano

1. Las escaleras de mano se colocarán de forma que su estabilidad durante su utilización esté asegurada. Los puntos de apoyo de las escaleras de mano deberán asentarse solidamente sobre un soporte de dimensiones adecuadas que sea estable, sea resistente e inmóvil, de forma que los travesaños queden en posición horizontal. Las escaleras suspendidas se fijarán de forma segura y, excepto las de cuerda, de manera que no puedan desplazarse y se eviten los movimientos de balanceo.

2. Se impedirá el deslizamiento de los pies de las escaleras de mano durante su utilización ya sea mediante la fijación de la parte superior o inferior de los largueros, ya sea mediante cualquier dispositivo antideslizante o cualquier otra solución de eficacia equivalente. Las escaleras de mano para fines de acceso deberán tener la longitud necesaria para sobresalir al menos un metro del plano de trabajo al que se accede. Las escaleras compuestas de varios elementos adaptables o extensibles deberán utilizarse de forma que la inmovilización recíproca de los distintos elementos esté asegurada. Las escaleras con ruedas deberán haberse inmovilizado antes de acceder a ellas. Las escaleras de mano simples se colocarán, en la medida de lo posible, formando un ángulo aproximado de 75 grados con la horizontal.

3. El ascenso, el descenso y los trabajos desde escaleras se efectuarán de frente a éstas. Las escaleras de mano deberán utilizarse de forma que los trabajadores puedan tener en todo momento un punto de apoyo y de sujeción seguros. Los trabajos a más de 3,5 metros de altura, desde el punto de operación al suelo, que requieran movimientos o esfuerzos peligrosos para la estabilidad del trabajador, sólo se efec-

tuarán si se utiliza un equipo de protección individual anticaídas o se adoptan otras medidas de protección alternativas. El transporte a mano de una carga por una escalera de mano se hará de modo que ello no impida una sujeción segura. Se prohíbe el transporte y manipulación de cargas por o desde escaleras de mano cuando por su peso o dimensiones puedan comprometer la seguridad del trabajador. Las escaleras de mano no se utilizarán por dos o más personas simultáneamente.

4. No se emplearán escaleras de mano y, en particular, escaleras de más de cinco metros de longitud, sobre cuya resistencia no se tengan garantías. Queda prohibido el uso de escaleras de mano de construcción improvisada.

5. Las escaleras de mano se revisarán periódicamente. Se prohíbe la utilización de escaleras de madera pintadas, por la dificultad que ello supone para la detección de sus posibles defectos.

4.3. Disposiciones específicas relativas a la utilización de los andamios

1. Los andamios deberán proyectarse, montarse y mantenerse convenientemente de manera que se evite que se desplomen o se desplacen accidentalmente. Las plataformas de trabajo, las pasarelas y las escaleras de los andamios deberán construirse, dimensionarse, protegerse y utilizarse de forma que se evite que las personas caigan o estén expuestas a caídas de objetos. A tal efecto, sus medidas se ajustarán al número de trabajadores que vayan a utilizarlos.

2. Cuando no se disponga de la nota de cálculo del andamio elegido, o cuando las configuraciones estructurales previstas no estén contempladas en ella, deberá efectuarse un cálculo de resistencia y estabilidad, a menos que el andamio esté montado según una configuración tipo generalmente reconocida.

3. En función de la complejidad del andamio elegido, deberá elaborarse un plan de montaje, de utilización y de desmontaje. Este plan y el cálculo a que se refiere el apartado anterior deberán ser realizados por una persona con una formación universitaria que lo habilite para la realización de estas actividades. Este plan podrá adoptar la forma de un plan de aplicación generalizada, completado con elementos correspondientes a los detalles específicos del andamio de que se trate.

A los efectos de lo dispuesto en el párrafo anterior, el plan de montaje, de utilización y de desmontaje será obligatorio en los siguientes tipos de andamios:

a) Plataformas suspendidas de nivel variable (de accionamiento manual o motorizadas), instaladas temporalmente sobre un edificio o una estructura para tareas específicas, y plataformas elevadoras sobre mástil.
b) Andamios constituidos con elementos prefabricados apoyados sobre terreno natural, soleras de hormigón, forjados, voladizos u otros elementos cuya altura, desde el nivel inferior de apoyo hasta la coronación de la andamiada, exceda de seis metros o dispongan de elementos horizontales que salven vuelos y distancias superiores entre apoyos de más de ocho metros. Se exceptúan los andamios de caballetes o borriquetas.
c) Andamios instalados en el exterior, sobre azoteas, cúpulas, tejados o estructuras superiores cuya distancia entre el nivel de apoyo y el nivel del terreno o del suelo exceda de 24 metros de altura.
d) Torres de acceso y torres de trabajo móviles en los que los trabajos se efectúen a más de seis metros de altura desde el punto de operación hasta el suelo.

Sin embargo, cuando se trate de andamios que, a pesar de estar incluidos entre los anteriormente citados, dispongan del marcado "CE", por serles de aplicación una normativa específica en materia de comercialización, el citado plan podrá ser sustituido por las instrucciones específicas del fabricante, proveedor o suministrador, sobre el montaje, la utilización y el desmontaje de los equipos, salvo que estas operaciones se realicen de forma o en condiciones o circunstancias no previstas en dichas instrucciones.

4. Los elementos de apoyo de un andamio deberán estar protegidos contra el riesgo de deslizamiento, ya sea mediante sujeción en la superficie de apoyo, ya mediante un dispositivo antideslizante, o bien mediante cualquier otra solución de eficacia equivalente, y la superficie portante deberá tener una capacidad suficiente. Se deberá garantizar la estabilidad del andamio. Deberá impedirse mediante dispositivos adecuados el desplazamiento inesperado de los andamios móviles durante los trabajos en altura.

5. Las dimensiones, la forma y la disposición de las plataformas de un andamio deberán ser apropiadas para el tipo de trabajo que se va a

realizar, ser adecuadas a las cargas que hayan de soportar y permitir que se trabaje y circule en ellas con seguridad. Las plataformas de los andamios se montarán de tal forma que sus componentes no se desplacen en una utilización normal de los mismos. No deberá existir ningún vacío peligroso entre los componentes de las plataformas y los dispositivos verticales de protección colectiva contra caídas.

6. Cuando algunas partes de un andamio no estén listas para su utilización, en particular durante el montaje, el desmontaje o las transformaciones, dichas partes deberán contar con señales de advertencia de peligro general, con arreglo al Real Decreto 485/1997, de 14 de abril sobre señalización de seguridad y salud en el centro de trabajo, y delimitadas convenientemente mediante elementos físicos que impidan el acceso a la zona de peligro.

7. Los andamios sólo podrán ser montados, desmontados o modificados sustancialmente bajo la dirección de una persona con una formación universitaria o profesional que lo habilite para ello, y por trabajadores que hayan recibido una formación adecuada y específica para las operaciones previstas, que les permita enfrentarse a riesgos específicos de conformidad con las disposiciones del artículo 5, destinada en particular a:

a) La comprensión del plan de montaje, desmontaje o transformación del andamio de que se trate.
b) La seguridad durante el montaje, el desmontaje o la transformación del andamio de que se trate.
c) Las medidas de prevención de riesgos de caída de personas o de objetos.
d) Las medidas de seguridad en caso de cambio de las condiciones meteorológicas que pudiesen afectar negativamente a la seguridad del andamio de que se trate.
e) Las condiciones de carga admisible.
f) Cualquier otro riesgo que entrañen las mencionadas operaciones de montaje, desmontaje y transformación.

Tanto los trabajadores afectados como la persona que supervise dispondrán del plan de montaje y desmontaje mencionado en el apartado 4.3.3, incluyendo cualquier instrucción que pudiera contener.

Cuando, de conformidad con el apartado 4.3.3, no sea necesaria la elaboración de un plan de montaje, utilización y desmontaje, las operaciones previstas en este apartado podrán también ser dirigidas por una persona que disponga de una experiencia certificada por el empresario en esta materia de más de dos años y cuente con la formación preventiva correspondiente, como mínimo, a las funciones de nivel básico, conforme a lo previsto en el apartado 1 del artículo 35 del Reglamento de los Servicios de Prevención, aprobado por el Real Decreto 39/1997, de 17 de enero.

8. Los andamios deberán ser inspeccionados por una persona con una formación universitaria o profesional que lo habilite para ello:

a) Antes de su puesta en servicio.
b) A continuación, periódicamente.
c) Tras cualquier modificación, período de no utilización, exposición a la intemperie, sacudidas sísmicas, o cualquier otra circunstancia que hubiera podido afectar a su resistencia o a su estabilidad.

Cuando, de conformidad con el apartado 4.3.3, no sea necesaria la elaboración de un plan de montaje, utilización y desmontaje, las operaciones previstas en este apartado podrán también ser dirigidas por una persona que disponga de una experiencia certificada por el empresario en esta materia de más de dos años y cuente con la formación preventiva correspondiente, como mínimo, a las funciones de nivel básico, conforme a lo previsto en el apartado 1 del artículo 35 del Reglamento de los Servicios de Prevención, aprobado por el Real Decreto 39/1997, de 17 de enero.

4. Disposiciones específicas sobre la utilización de las técnicas de acceso y de posicionamiento mediante cuerdas

La utilización de las técnicas de acceso y de posicionamiento mediante cuerdas cumplirá las siguientes condiciones:

a) El sistema constará como mínimo de dos cuerdas con sujeción independiente, una como medio de acceso, de descenso y de apoyo (cuerda de trabajo) y la otra como medio de emergencia (cuerda de seguridad).
b) Se facilitará a los trabajadores unos arneses adecuados, que deberán utilizar y enganchar a la cuerda de seguridad.
c) La cuerda de trabajo estará equipada con un mecanismo seguro de ascenso y descenso y dispondrá de un sistema de bloqueo

automático con el fin de impedir la caída en caso de que el usuario pierda el control de su movimiento. La cuerda de seguridad estará equipada con un dispositivo móvil contra caídas que siga los desplazamientos del trabajador.

d) Las herramientas y demás accesorios que deba utilizar el trabajador deberán estar sujetos al arnés o al asiento del trabajador o sujetos por otros medios adecuados.
e) El trabajo deberá planificarse y supervisarse correctamente, de manera que, en caso de emergencia, se pueda socorrer inmediatamente al trabajador.
f) De acuerdo con las disposiciones del artículo 5, se impartirá a los trabajadores afectados una formación adecuada y específica para las operaciones previstas, destinada, en particular, a:

1. Las técnicas para la progresión mediante cuerdas y sobre estructuras.
2. Los sistemas de sujeción.
3. Los sistemas anticaídas.
4. Las normas sobre el cuidado, mantenimiento y verificación del equipo de trabajo y de seguridad.
5. Las técnicas de salvamento de personas accidentadas en suspensión.
6. Las medidas de seguridad ante condiciones meteorológicas que puedan afectar a la seguridad.
7. Las técnicas seguras de manipulación de cargas en altura.

En circunstancias excepcionales en las que, habida cuenta de la evaluación del riesgo, la utilización de una segunda cuerda haga más peligroso el trabajo, podrá admitirse la utilización de una sola cuerda, siempre que se justifiquen las razones técnicas que lo motiven y se tomen las medidas adecuadas para garantizar la seguridad.

3. RIESGOS DEL TRABAJO EN ALTURA. PRINCIPIOS DE PROTECCIÓN

Los riesgos principales del trabajo en altura son fundamentalmente dos:

- Caídas de personas durante el acceso, el tránsito, o la ejecución del trabajo.

- Caídas de objetos y materiales, como pueden ser las herramientas que se manipulan, partes de la instalación que se está montando o desmontando...

Además habrá que atender a otros riesgos adicionales que se pueden presentar durante la realización del trabajo, como pueden ser entre otros:

- Desplome de los equipos que se emplean para el acceso o ejecución del trabajo (andamios, plataformas elevadoras...) por deficiencias estructurales en ellos, defectos en el montaje, bases de sustentación inadecuadas...
- Contactos con líneas eléctricas aéreas. Hay que tener en cuenta que en muchos casos al acceder a una instalación elevada se puede estar invadiendo la zona de seguridad de una línea eléctrica, cuyo sistema de protección era precisamente el alejamiento de las de las partes activas de las accesibles para las personas.
- Exposición a condiciones meteorológicas adversas, consecuencia de que muchos de estos trabajos se realicen a la intemperie. En ocasiones estos factores pueden desencadenar un accidente por sí mismos (caída de un rayo) y en otras pueden incrementar el riesgo de caída de altura o desplome del equipo de trabajo, (existencia de fuerte viento, lluvia que facilita un resbalón...).
- Etc.

Detección y evaluación del riesgo de caída de altura

La detección de los riesgos derivados de los trabajos en altura es sencilla cuando se observa la situación de riesgo. El problema surge cuando el trabajo en el que se pueda producir la caída es un trabajo ocasional, que en muchas ocasiones no se hace durante el tiempo en el que el experto en prevención está observando las tareas. De esta manera es muy frecuente que una empresa que tenga perfectamente detectados y valorados todos los riesgos de sus puestos de trabajo fijos (producción, oficinas...) no disponga de una evaluación del puesto o de las operaciones de mantenimiento, ya que es muy difícil de realizar por observación directa (puede realizar una gran diversidad de tareas, en diferentes ubicaciones), cuando en la mayor parte de las empresas industriales o de servicios es el trabajador de mantenimiento el único

que puede sufrir un accidente grave por caída de altura. Tampoco ayuda a la detección del riesgo el hecho de que en muchas empresas estas operaciones de limpieza, mantenimiento o reparación, se realicen a través de la subcontratación.

La detección y evaluación del riesgo de caída de altura no debería hacerse, como en muchos otros casos, sólo por observación directa del trabajo, sino también a través de:

- La indagación previa de los trabajos que pueden realizarse por parte de los trabajadores de mantenimiento, limpieza...
- La observación, no de las tareas, sino de las instalaciones que se encuentran ubicadas en altura, y la pregunta sobre cuáles son los trabajos que se deben realizar en estas instalaciones. Deberá tenerse en cuenta que en todos aquellos lugares en los que exista un fluorescente, una llave de paso, un motor sobre una máquina, un detector de incendios, etc, tarde o temprano habrá que acceder para su reparación o sustitución.

Una vez conocidas las situaciones en las que pueda producirse el acceso a una instalación en altura, habrá que analizar la idoneidad de los medios de que dispone la empresa para la ejecución del trabajo, y la seguridad de los métodos de trabajo que se utilizan.

Aquel prevencionista que realiza la evaluación de los riesgos de un centro de trabajo deberá entender que el riesgo de caída de altura es uno de los **factores centrales de la evaluación**, y su control reducirá la posibilidad de que se produzcan accidentes graves. Como ya se ha comentado, deberá mirar hacia arriba, para localizar las instalaciones a las que se deba acceder, pero también deberá mirar hacia abajo, para localizar zanjas, fosos, lucernarios, ventanas..., que también podrían generar una caída de altura.

Medidas preventivas. Orden de selección

A la hora de seleccionar las medidas de control frente a los riesgos laborales, las medidas de prevención serán prioritarias frente a las medidas de protección, y a su vez la protección colectiva lo será respecto a la protección individual. Medidas de prevención son la eliminación de los riesgos, la sustitución de los elementos o materiales peligrosos, la adaptación del trabajo a la persona,... Teniendo en cuenta estos factores, el orden de selección de las medidas de prevención y protección frente a la caída de altura será:

1. Eliminar el riesgo de caída de altura, haciendo desaparecer la situación de trabajo en altura.
2. Utilizar sistemas de protección colectiva que impidan la caída.
3. Utilizar sistemas de protección colectiva que limiten la altura de caída.
4. Utilizar equipos de protección individual (EPI's).

Eliminar el riesgo de caída de altura

La eliminación de los riesgos derivados de los lugares de trabajo sólo suele ser factible en **fase de diseño**, aunque en ocasiones pueden realizarse modificaciones en situaciones ya existentes, pero la dificultad para su ejecución es mucho mayor.

Ante un riesgo de caída de altura, la única manera de eliminar el riesgo es no tener necesidad de trabajar en altura. A la hora de diseñar instalaciones, si se tiene en cuenta que para labores de mantenimiento se necesita el acceso frecuente a los elementos de regulación y control de las instalaciones (eléctrica, neumática, etc.), y éstos se colocan de forma que sean accesibles desde el nivel del suelo, no existe el riesgo de caída de altura. En cambio, si estas instalaciones se colocan en altura en fase de diseño (llaves neumáticas y reguladores de presión colocados en la parte superior de la canalización, interruptores automáticos y diferenciales colocados en las distribuciones eléctricas aéreas, *blindosbarras*, etc.), en la evaluación deberá estar detectado el riesgo de caída de altura, y en función de su magnitud la primera medida a plantearse sería la posibilidad de bajarlas al suelo, modificación que en ocasiones puede ser muy complicada, resultará inviable en algunos casos.

En otras ocasiones, el método de trabajo elegido es el que puede eliminar el riesgo de caída; si se ha de realizar un montaje en altura que va a durar 100 horas podría decidirse alternativamente hacer un premontaje en el suelo durante 75 horas, y luego terminar el montaje trabajando en altura durante las 25 horas restantes. Se habría evitado el riesgo de caída de altura durante las tres cuartas partes del trabajo (el tiempo restante deberá ser protegido con alguno de los sistemas que se mencionan en este capítulo).

De la misma manera, cuando en las cubiertas de las naves industriales se coloquen instalaciones (chimeneas, instalaciones de ventilación y aire acondicionado...) deberían diseñarse de forma que el material de la cubierta posibilite el tránsito **sin riesgo de caída por rotura** de éste. Es difícil entender que se instalen cubiertas ligeras, no transitables (de fibrocemento y similares) en lugares donde a la vez se colocan instalaciones que precisarán de un mantenimiento.

Sistemas de protección colectiva que impiden la caída

Las barandillas son las protecciones utilizadas para impedir las caídas. Deberán cumplir las siguientes condiciones:

- Serán de materiales rígidos, de suficiente resistencia, calculada en función del impacto que puedan recibir.
- Tendrán una altura mínima de 90 cm. La altura de la barandilla deberá calcularse para que el trabajador, al impactar sobre la barandilla, no pueda voltear sobre ella y caer.
- Dispondrán de una protección que impida el paso o deslizamiento por debajo de las mismas o la caída de objetos sobre personas.

Las barandillas deberán diseñarse en cada caso para cumplir estas tres condiciones.

Tradicionalmente, se están colocando barandillas de 90 cm de altura, de una resistencia de 150 kg/m, y con un listón intermedio y un rodapié de 15 cm de altura que protege la parte inferior de la barandilla. Si esta barandilla se coloca en una superficie horizontal, en la que el impacto más fuerte que deba soportar es el de una persona que ha tropezado y caiga sobre ella, y si además el trabajo no precisa que deba subirse en algún elemento que pueda hacer que se sobrepase la protección de la barandilla, podrían ser suficientes las condiciones planteadas (aunque una protección de 1-1,10 m de altura ofrecería una mejor protección en cualquier caso). En cambio, si esta misma barandilla se coloca para proteger un trabajo en cubierta (como el que se observa en la Figura 1) la protección puede ser insuficiente, ya que el trabajador podría a llegar a la barandilla con cierta velocidad e impactará sobre ella con fuerza, lo que provocaría en el peor de los casos que el trabajador cayera al voltear sobre la barandilla, o incluso por la rotura de ésta.

También podría ocurrir que en época de lluvias o heladas resbalara y cayera deslizándose, pasando por el hueco que queda entre el listón intermedio y el rodapié.

De la misma manera, en aquellos lugares con riesgo de caída protegido por una barandilla y en los que el trabajador deba subirse a una escalera u otro elemento que haga que sobrepase su altura (Figura 2), deberá darse a la barandilla la altura necesaria para que proteja cualquier caída del trabajador, aún si ésta se produjera cuando está subido a la parte más alta de la escalera.

Al diseñar una barandilla como sistema de protección, deberán estudiarse las **características del trabajo** que se va a realizar y dar a la barandilla las dimensiones y resistencia necesarias para impedir la caída del trabajador, teniendo en cuenta esas circunstancias.

En aquellos casos en los que existan instalaciones que puedan necesitar sistemas de acceso y trabajo en altura (parte de aquellas deben permanecer siempre en altura, como luminarias, lucernarios, canalizaciones...), deberán utilizarse medios de trabajo o instalaciones que incluyan sistemas de protección colectiva antes que individual. Y donde no sea factible la colocación de plataformas de trabajo con sistemas de acceso seguros y barandillas, habrá que intentar subir la barandilla al lugar de trabajo con el trabajador, con andamios o plataformas elevadoras de personas, antes que disponer la utilización de equipos de protección individual como única solución posible.

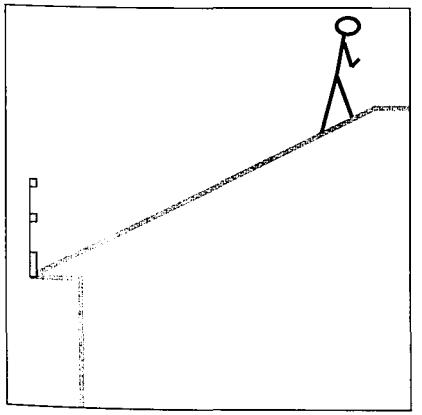


Figura 1. Trabajo en cubierta.

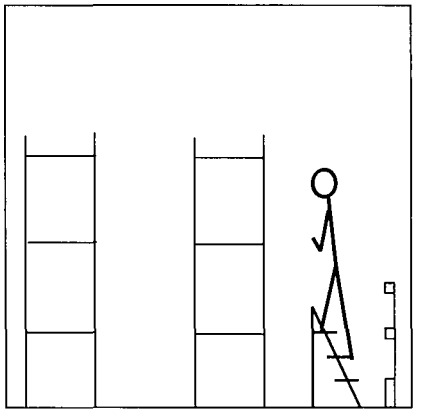


Figura 2. Estanterías en un altillo.

En el caso de las cubiertas de naves industriales o edificios en los que existan instalaciones a las que se deba acceder ocasionalmente, éstas deberían disponer de barandillas en sus bordes que protejan del riesgo de caída.

Sistemas de protección colectiva que limitan la altura de caída

Las redes confeccionadas con fibras textiles son las protecciones que se utilizan más frecuentemente para limitar la altura de las caídas. Su empleo es prácticamente exclusivo del sector de construcción.

Las redes de seguridad deben garantizar la recogida en condiciones seguras del trabajador que pueda sufrir una caída. Para ello deberán cumplir los tres siguientes requisitos mínimos:

1. *Que la persona al ser recogida por la red no sufra lesiones*

En la red no debe haber materiales caídos previamente contra los que pueda golpearse el trabajador que ha caído, lo que exigiría una permanente limpieza de esta.

En las redes utilizadas en la construcción de edificios, habitualmente denominadas redes tipo horca (Figura 3), deben conseguir separar al trabajador que cae de la estructura vertical que se está construyendo, para evitar que se golpee contra ella durante su caída, requisito que no se lograría si la red estuviera colocada muy tensa entre el mástil metálico y el forjado inferior. Para ello, debe colocarse de forma que la parte inferior forme una bolsa, que debe colgar unos 30-50 cm desde su punto de sujeción inferior. Nunca se colocarán las redes tensas situación que se produce cuando se intentan proteger hasta tres forjados sin necesidad de desatar la red del forjado inferior.

Por otra parte, hay que tener en cuenta que la red es un elemento elástico, que sufre un desplazamiento vertical cuando recoge al trabajador caído, desplazamiento que puede ser de entre 85 cm y 145 cm, por lo que habrá que disponerla de forma que bajo ella no haya ningún objeto con el que pueda golpearse durante ese desplazamiento vertical objetos que podrían ser las mismas barandillas de protección de los forjados inferiores, o las propias personas que circulan por la zona inferior, si ésta es zona de paso, etc.

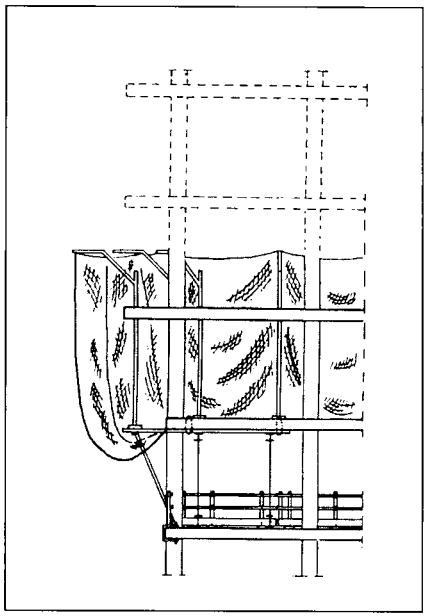


Figura 3. Red de horca.

También habrá que tener en cuenta la altura máxima de caída, para que los esfuerzos sufridos por su cuerpo no adquieran valores que éste no pueda soportar. La norma UNE-EN 1263 certifica las redes de seguridad para una altura máxima de caída de 6 m, aunque la mayor parte de los fabricantes recomiendan que no se sobrepase una altura de 3 m. Dado que la mayor parte de los edificios tienen una altura entre forjados de 2,5-3 m, una red no podrá proteger en ningún caso más de dos forjados sucesivos.

2. *Que la red y el soporte sean capaces de absorber la energía en el impacto*

La mejor garantía para asegurar esta condición es colocar sólo redes y soportes que se hayan fabricado con este fin, y que cumplan normas nacionales o internacionales, como por ejemplo la norma UNE-EN 1263. Además, habrá que atender a las instrucciones de los fabricantes

en cuanto al método y el material empleado para las uniones de los diferentes paños de red entre sí, de la red con el soporte y con la estructura y de la colocación de los soportes en la estructura. Nunca se pueden aceptar soluciones improvisadas, como atar las redes con alambre, o con cualquier elemento ajeno a ellas.

También deberán estudiarse las diferentes características del trabajo que puedan afectar a las condiciones de seguridad de las redes, como:

- Peso y forma de los materiales a retener. Si los materiales que pueden caer son muy pequeños, pueden pasar entre los huecos de la red, o si son muy pesados o cortantes, pueden romperla.
- Si se realizan trabajos de soldadura, pueden proyectarse partículas incandescentes sobre las redes que afectarían a su resistencia, y habría que estudiar la posibilidad de recubrirla con algún elemento resistente a estas chispas.
- Si se está trabajando en presencia de agentes químicos especiales (en las cercanías de una chimenea de una industria química, por ejemplo), la red también puede sufrir perdidas de resistencia o de elasticidad.
- Por fin, habrá que considerar cómo afecta la permanencia a la intemperie (en presencia de radiación UVA, lluvia, salinidad en la cercanía de las costas,...) a las fibras textiles de la red.

En cada uno de estos casos habría que determinar claramente los factores del trabajo que puedan afectar al comportamiento de la red, y realizar ensayos de resistencia de paños de red que hayan soportado las mismas condiciones que el resto y consultar la opinión del fabricante respecto a estos factores, a través del manual de instrucciones, o incluso a través de consulta directa si es preciso.

3. *Que todas las caídas se produzcan dentro de la red*

Cuando se estudia la colocación de la red, habrá de tenerse en cuenta que no pueda existir la posibilidad de que el trabajador caiga fuera de ella. Para ello deberá cumplirse lo siguiente:

- La protección de las esquinas. Sea cual sea el tipo de red colocado, deberá asegurarse que el trabajador que cae por una esquina sea recogido por la red.

- En las redes bajo cubierta, las caídas hacia la parte exterior, que deberán protegerse colocando extensiones metálicas que amplíen el área de recogida a esa parte, complementando la protección con barandillas o andamios perimetrales... En la protección descrita en la figura 4 no se cumple esta condición.

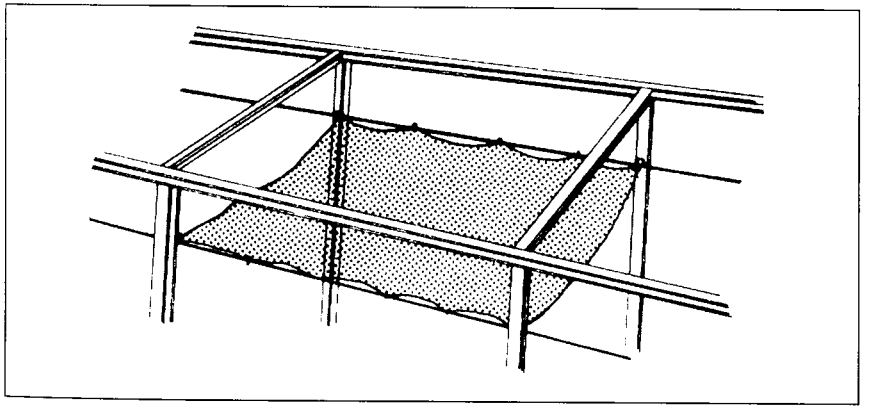


Figura 4. Red para la construcción de cubiertas.

- La parábola descrita por el trabajador (Figura 5) que lo aleja de la vertical del punto de caída. Este factor es muy importante cuando la red no cubre toda la superficie inferior, como en el caso de las redes de horca que se colocan durante la ejecución de la estructura de hormigón de los edificios. Para obviarlo, deberían colocarse las redes de horca de forma que su parte superior quede por encima, no de la superficie de tránsito, sino del punto efectivo de trabajo; es decir, estando el trabajador en la posición de trabajo, cuando mira al frente debería ver la red, sin necesidad de bajar la vista.

En cualquier caso, debe tenerse en cuenta que una red de seguridad actúa cuando ya se ha producido una caída. Así pues no evita la caída, sino que después de ocurrida ésta disminuye la probabilidad de que se produzcan graves lesiones. Incluso en algunos casos sería factible que la persona se golpee contra las estructuras que se encuentran al lado de la red, a las que suele estar sujeta, mientras está cayendo y antes de ser re-

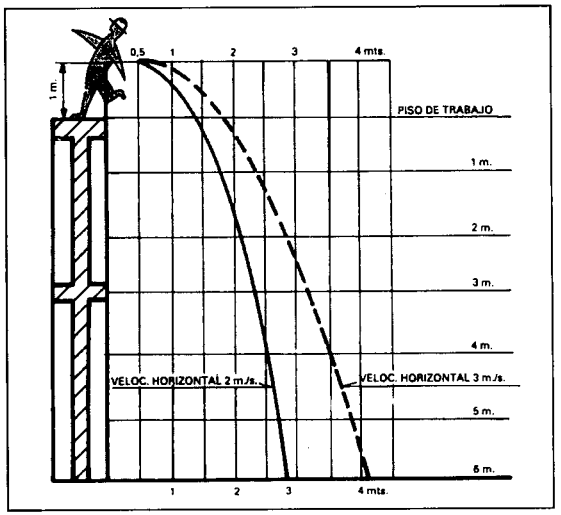


Figura 5. Trayectoria sufrida durante una caída.

cogido por ella. Todo esto, unido a la dificultad en su montaje, limpieza y mantenimiento, a que precisan una continua recolocación (deben moverse a medida que crece la estructura, o para meter o sacar material), al deterioro que sufre tanto por agentes atmosféricos como por la caída de materiales sobre ellas, y finalmente al riesgo de caída que se produce durante su montaje, hacen que sea un sistema de protección que sólo debería ser empleado cuando no existan otras alternativas, más fiables como la colocación de andamios perimetrales que crezcan con la estructura, en el caso de la construcción de edificios, o la utilización de plataformas elevadoras para la construcción de cubiertas de grandes naves.

Equipos de protección individual

Es evidente que un EPI es la última medida técnica que se debe plantear a la hora de proteger un riesgo ya que siempre que sea posible, debe elegirse un medio de protección colectiva antes que uno de protección individual. Pero no debe olvidarse que, en el orden temporal, muchas veces hay que utilizar **inicialmente** un EPI como medida **provisional**. Así, si se ha decidido colocar una protección colectiva, como por ejemplo una barandilla, en el momento de su colocación es muy probable que se genere una situación de riesgo de

caída de altura que tendrá que protegerse, y en muchas ocasiones en esta situación no queda otra opción que la utilización de un arnés anticaídas asociado a un sistema anticaídas.

Los equipos de protección individual (EPI's) utilizados para el trabajo en altura son objeto de un capítulo propio en este manual. A pesar de ello es importante destacar que este es el único caso en el que para la utilización del EPI en condiciones seguras no basta con elegirlo adecuadamente y proporcionárselo a un trabajador suficientemente instruido en su manejo, como ocurriría en el caso de usar un casco o unos guantes, sino que su eficacia depende de elementos externos no asociados al EPI's, ya que precisa de la existencia de puntos de anclaje seguros en una **estructura** con suficiente resistencia. Es habitual encontrar trabajadores que no utilizan los EPI's anticaídas convenientemente porque no disponen de lugares donde asegurarse. El diseño de sistemas de trabajo con EPI's anticaídas precisa del estudio previo de los puntos de anclaje donde van a sujetarse los EPI's, debiendo ser un técnico experto quien realice este estudio.

De esta manera, aquellas instalaciones en las que no se colocan sistemas de protección colectiva porque se ha previsto que se utilicen EPI's anticaídas o en los que se utilicen de forma complementaria a la protección colectiva, deberán disponer de puntos de anclaje calculados para resistir la energía del impacto de la caída. Los puntos de anclaje estarán dispuestos de forma que se pueda acceder hasta ellos en situación de seguridad, (sin que se produzca el riesgo de caída antes de haberse anclado a ellos), y de manera que el trabajador no se dañe al golpearse contra partes de la estructura durante la caída. Algunos de los lugares en los que se debería disponer de puntos o líneas de anclaje fijos son, los siguientes:

- Cumbreras de cubiertas inclinadas, o cubiertas planas que no se hayan protegido con protecciones colectivas para operaciones de mantenimiento y reparación de la cubierta.
- Torres metálicas de telefonía, electricidad... cuyo sistema de acceso sea una escala o la propia estructura metálica.
- Cristales y lucernarios de edificios y naves industriales en los que el trabajador se exponga a una caída cuando haya de limpiarlos por estar ubicados en altura, o por tener que sacar parte del cuerpo para limpiar la parte exterior, o cuando exista el riesgo de que la escalera de mano sobre la que está subido el trabajador caiga sobre el propio cristal que se está limpiando con el riesgo de romperlo y caer al vacío...

- Cualquier instalación en la que para su mantenimiento o reparación sea imposible acceder por medio de escaleras, pasarelas o cualquier otro medio que disponga de sistemas de protección colectiva, y en las que sea también muy complicado técnicamente o muy costoso económicamente el acceso con equipos de trabajo dotados de protecciones colectivas (andamios metálicos, plataformas elevadoras autopropulsadas...).

El factor humano en los trabajos en altura

Cuando se diseña un sistema de protección para el trabajo en altura debe entenderse que no puede prescindirse de la voluntad del trabajador que lo vaya a emplear: un arnés puede no utilizarse o no conectarse al punto de anclaje, una barandilla puede desmontarse si se piensa que molesta, o una plataforma elevadora puede utilizarse inadecuadamente, por ejemplo, en presencia de fuerte viento. Además, ésta es una actividad en la que existe cierta cultura del riesgo, ya que una profesionalidad mal entendida por parte de algunos trabajadores de altura, puede hacer que se considere mejor trabajador a aquél que trabaja sin emplear medios de protección.

De esta manera, es imprescindible que el trabajador de altura esté adecuadamente formado y entrenado en la utilización de los equipos de protección colectiva e individual, y que se hagan los esfuerzos necesarios para vencer cualquier resistencia que pueda tener frente a su utilización.

4. EQUIPOS DE TRABAJO PARA EL TRABAJO EN ALTURA

Dentro de la gran variedad de equipos que se pueden utilizar para el trabajo en altura, vamos a tratar los tres más empleados habitualmente las escaleras de mano, los andamios metálicos tubulares y las plataformas elevadoras de personas.

Escaleras de mano

En cuanto a su diseño y resistencia las escaleras de mano deberían ser conformes con la norma UNE EN 131, que proporciona los tipos, tamaños, requisitos, ensayos y marcado de las escaleras de mano, así como los ensayos a los que han de someterse.

Las normas de seguridad más importantes para la utilización de escaleras de mano son las siguientes:

1. Las escaleras de mano tendrán la resistencia y los elementos de apoyo y sujeción necesarios para que su utilización en las condiciones requeridas no suponga un riesgo de caída, por rotura o desplazamiento de las mismas.
2. Las escaleras de tijera dispondrán de elementos de seguridad que impidan su apertura al ser utilizadas (Figura 6).
3. Nunca se utilizarán escaleras de mano de construcción improvisada. Los peldaños estarán ensamblados y no clavados, y se desecharán las que presenten algun tipo de defecto (Figura 7).



Figura 6

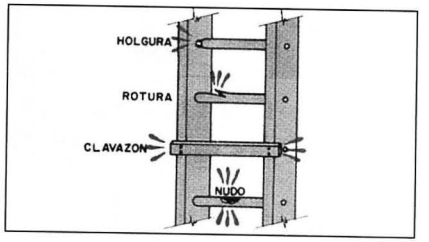


Figura 7

4. Antes de utilizar una escalera de mano deberá asegurarse su estabilidad, siendo preferible utilizar escaleras con la base abocinada (Figura 8), o con estabilizadores si es preciso (Figura 9). La base de la escalera deberá quedar sólidamente asentada, y dispondrá de zapatas antideslizantes (Figura 10).

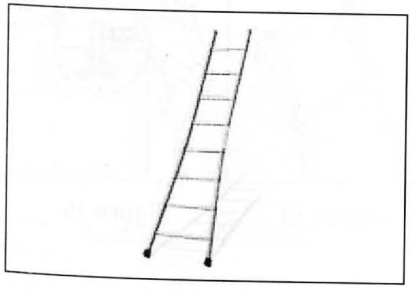


Figura 8



Figura 9

Existen modelos de escaleras y accesorios en el mercado que permiten su utilización en superficies irregulares (Figura 10), o incluso en escaleras (Figura 11).

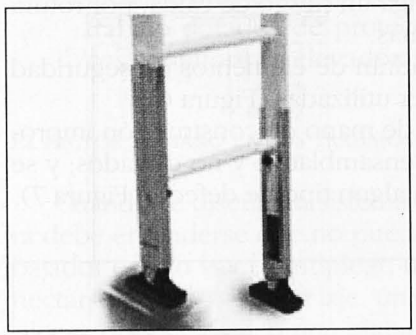


Figura 10

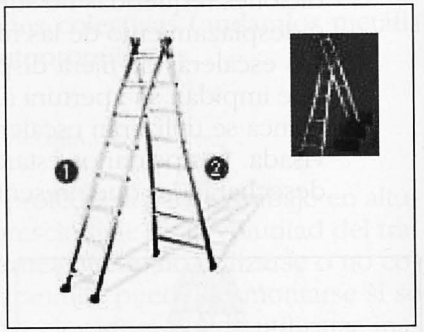


Figura 11

5. En el caso de escaleras simples la parte superior se sujetará, si es necesario, al paramento sobre el que se apoya y cuando éste no permita un apoyo estable se sujetará al mismo mediante ganchos, abrazaderas, u otros dispositivos equivalentes (Figuras 12, 13, 14 y 15).



Figura 12

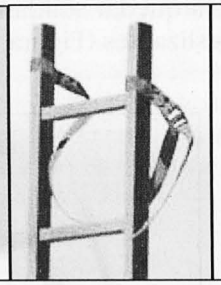


Figura 13

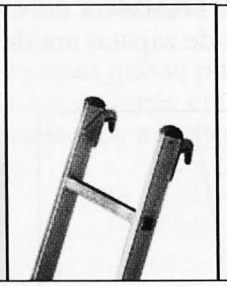


Figura 14

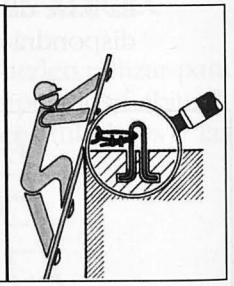


Figura 15

6. Para los trabajos en postes se utilizarán escaleras con sistema de apoyos especiales (Figura 16).

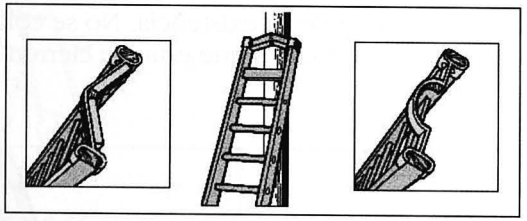


Figura 16

En la Figura 17 se muestran las fases a seguir para sujetar una escalera a un poste antes de subir a ella.

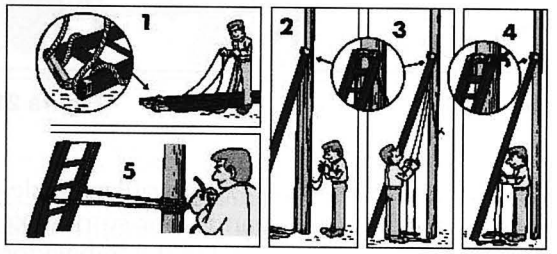


Figura 17

7. Las escaleras de mano simples se colocarán, en la medida de lo posible, formando un ángulo aproximado de 75 grados con la horizontal (Figura 18). Cuando se utilicen para acceder a lugares elevados sus largueros deberán prolongarse al menos 1 metro por encima de ésta (Figura 19).

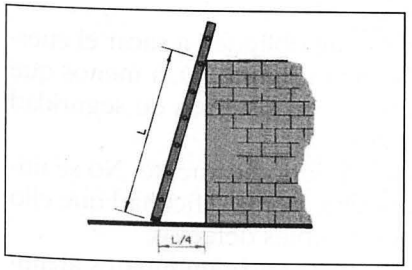


Figura 18

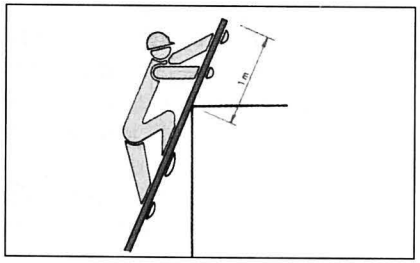


Figura 19

8. El ascenso, descenso y los trabajos desde escaleras se efectuarán de frente a las mismas.
9. En lugares de difícil visibilidad se señalizarán o colocará una persona que advierta de su existencia. No se colocarán escaleras frente a puertas a menos que estas se cierren con llave o se bloqueen.

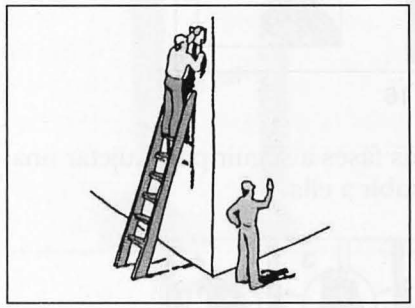


Figura 20

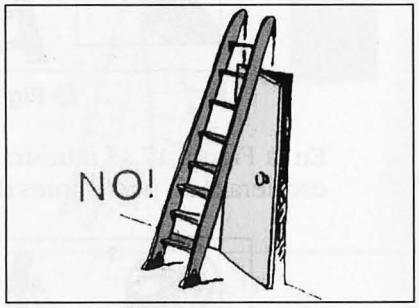


Figura 21

11. No se realizarán transportes o manipulación de cargas por o desde escaleras de mano cuando por su peso o dimensiones puedan comprometer la seguridad del trabajador.
12. Las escaleras de mano no se utilizarán por dos o más personas simultáneamente.
13. Para los trabajos en escaleras simples o de tijera no se utilizarán los últimos peldaños, de forma que siempre se pueda apoyar la mano en la escalera sin necesidad de inclinarse. En el caso de escaleras de tijera de 3-4 peldaños, son preferibles las que disponen de una extensión de uno de sus largueros para facilitar el apoyo (Figura 22).
13. Nunca se realizarán operaciones que obliguen a sacar el cuerpo fuera de la vertical de la escalera (Figura 23), a menos que se disponga de sistemas de apoyo con sistemas de seguridad antivuelco adicionales (Figura 24).
14. Las escaleras de mano se revisarán periódicamente. No se utilizarán escaleras de madera pintadas, por la dificultad que ello supone para la detección de sus posibles defectos.
15. Las escaleras de madera deben almacenarse en lugares al amparo de los agentes atmosféricos y de forma que se facilite su la

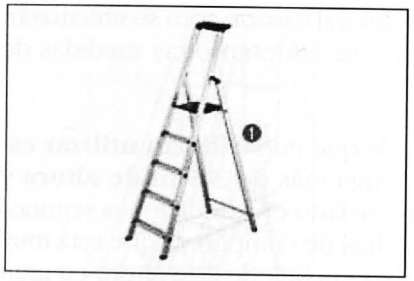


Figura 22



Figura 23

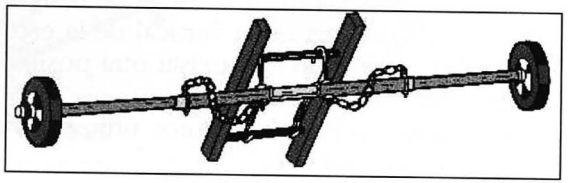


Figura 24

inspección. Nunca se almacenarán en posición inclinada sino en posición horizontal, sujetas por soportes fijos, adosados a paredes.

16. Para trabajos de cierta duración sería recomendable la utilización de reposapies acoplables a la escalera (Figura 25).

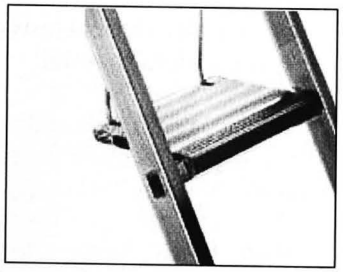


Figura 25

17. Los trabajos a más de 3,5 metros de altura, desde el punto de operación al suelo, que requieran movimientos o esfuerzos

peligrosos para la estabilidad del trabajador, solo se efectuarán si se utiliza un EPI anticaídas o se adoptan otras medidas de protección alternativas.

Merece la pena destacar el hecho de que no **se deban utilizar escaleras** cuando el punto de trabajo tenga más **de 3,5 m de altura** y no se pueda utilizar un EPI anticaídas anclado en condiciones seguras. Esta es una condición que puede ser difícil de cumplir, ya que está muy extendida la utilización de escaleras por encima de esta altura en gran número de trabajos, pero hay que entender que, a pesar de sus incuestionables ventajas, la escalera de mano es un equipo en el que cualquier pequeño trastorno (golpe a la escalera, mareo o indisposición del trabajador, trabajo fuera de la vertical de la escalera,...) produciría la caída del trabajador, sin que exista otra posibilidad de protección que la utilización de EPI's anticaídas.

El diseño de sistemas de trabajo seguros utilizando escaleras de mano cumplirá el proceso siguiente:

1. Determinar la altura del punto de trabajo.
2. Si esta altura es inferior a 3,5 m, puede realizarse el trabajo, simplemente atendiendo al cumplimiento de las normas de seguridad para trabajos sobre escaleras.
3. Si la altura es superior a 3,5 m, deberá estudiarse si la estructura sobre la que se va a realizar el trabajo permite el anclaje de un EPI anticaídas mientras se está trabajando. Si esto es posible, habrá que determinar cuáles son las características del EPI que se debe utilizar, y el sistema de sujeción a la estructura.
4. Si lo anterior no es posible, deberá estudiarse un sistema de trabajo alternativo a la escalera manual.

El estado de la técnica actual permite la utilización de equipos que permiten el acceso a lugares donde tradicionalmente sólo se podía llegar con escaleras de mano.

- Escaleras de peldaños (Figura 26). Se pueden utilizar en lugares como almacenes de pequeños materiales, donde es necesario subir o bajar con las manos ocupadas.
- Plataformas elevadoras estrechas (Figura 27). Cada día más utilizadas por su versatilidad. Desde ellas puede realizarse prácticamente la totalidad de trabajos que pueden hacerse desde escaleras



Figura 26



Figura 27

- Escaleras de mano con puntos de anclaje propios (figura 28). De reciente aparición en el mercado, permiten la sujeción a ellas mismas de un arnés anticaídas a través de un dispositivo anticaídas deslizante, garantizando la sujeción del trabajador en caso de caída.

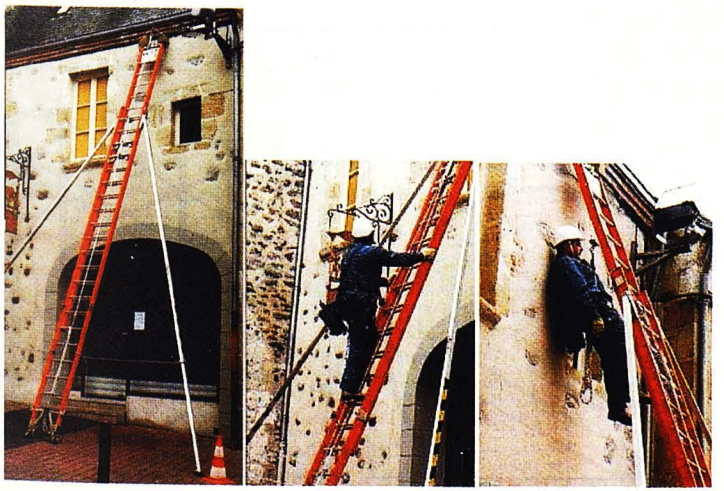


Figura 28

Andamios metálicos tubulares

Los riesgos propios más importantes de estos equipos son dos:

- Desplome del andamio.
- Caídas a distinto nivel durante el montaje, desmontaje y utilización del andamio.

Desplome del andamio

Para evitar el desplome del andamio deberán seguirse las siguientes normas de seguridad:

- El andamio deberá ser montado por personal experto que siga un método contrastado técnicamente.
- La base del andamio se montará de forma que se consiga un buen reparto de cargas, colocando superficies de reparto (Figura 29) si es necesario. Nunca se montará de forma que el tubo desnudo descanse sobre el suelo (Figura 30), ni sobre elementos o materiales cuya estabilidad o resistencia sea dudosa (Figura 31).
- Se comprobará durante todo el montaje su nivelación horizontal y vertical (Figura 32).

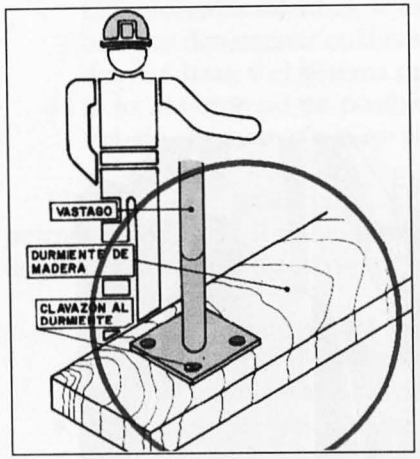


Figura 29

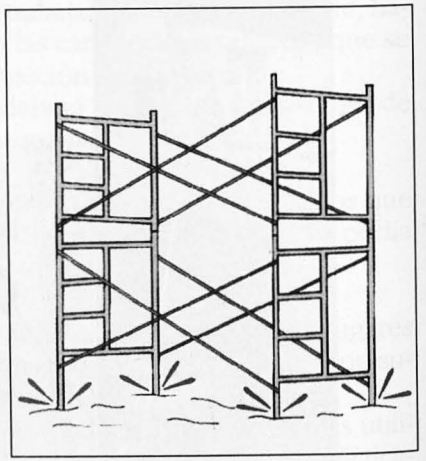


Figura 30

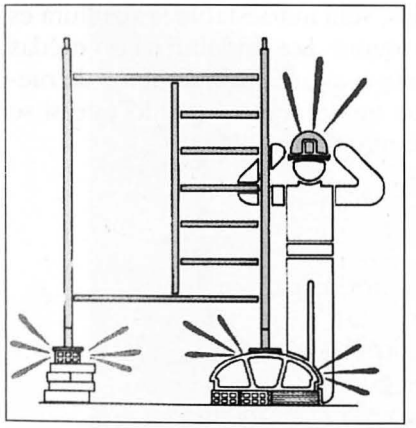


Figura 31

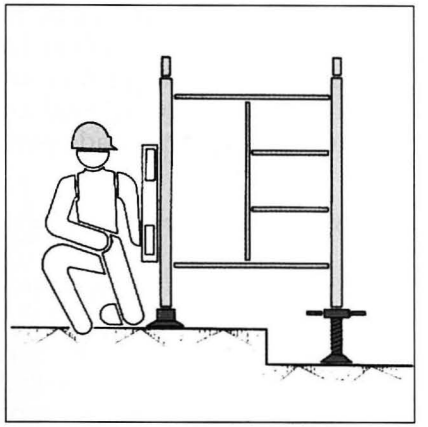


Figura 32

- Nunca se modificará o eliminará ninguno de sus elementos estructurales.
- Los andamios deberán anclarse a la estructura vertical (Figura 33) siempre que sobrepasen su altura autoestable. Si no existe otra indicación por parte del fabricante del andamio, se considerará que un andamio es autoestable si su altura total es más pequeña que cinco veces su lado menor (Figura 34).

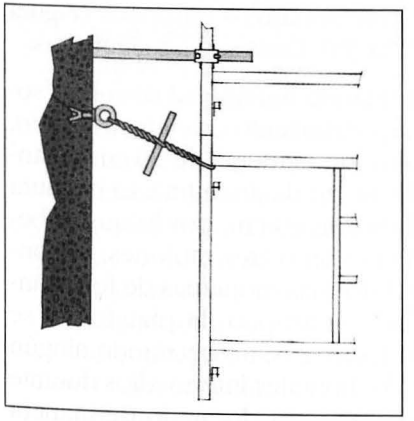


Figura 33

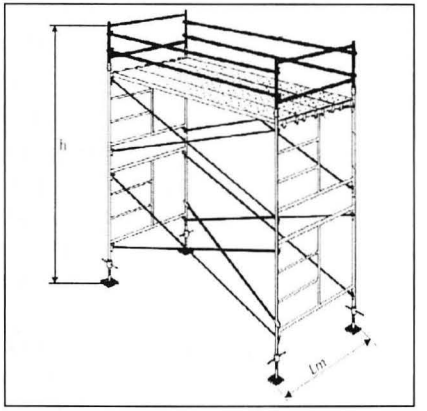


Figura 34

- Si el andamio dispone de ruedas, será autoestable si su altura es inferior a cuatro veces su lado menor. Los andamios con ruedas deberán ser siempre autoestables, ya que están dotados de ruedas para ganar facilidad en sus movimientos, por lo que si se amarraran a la fachada perderían funcionalidad.

Caídas a distinto nivel

Las caídas a distinto nivel pueden producirse por:

- Insuficiente anchura en la plataforma de trabajo.
- No disponer de barandilla de seguridad.
- Acceso a la plataforma trepando por la estructura.
- Separación excesiva entre el andamio y el paramento.
- Movimiento de la plataforma de trabajo.
- Vuelco del andamio, por deficiente anclaje o por deficiente apoyo.
- Rotura de la plataforma de trabajo por sobrecarga o por deterioro del material.
- Deslizamiento en escaleras de acceso a la plataforma de trabajo.
- Desplazamiento del andamio sin descenso del personal del mismo (en los andamios con ruedas).

En este punto, deben destacarse las grandes ventajas que aportan los andamios que cumplen la norma UNE-EN 12810 y 1211 (antigua norma EN HD 1000) denominados comúnmente andamios europeos (Figura 35), frente al andamio tradicional (Figura 36). Estas son las siguientes:

- La plataforma de trabajo en el andamio tradicional se coloca solamente en el punto donde se está trabajando en cada momento, y se consigue colocando tablones de madera (de 20 cm de anchura) o planchas metálicas (de 30 cm de anchura). La anchura mínima de una plataforma segura son 60 cm, por lo que deberían colocarse dos planchas metálicas o tres tablones, encontrando en muchas ocasiones plataformas montadas de forma incompleta. En el caso del andamio europeo, la plataforma se monta completa en cada una de las alturas, no quedando ningún hueco en la estructura, y evitando montajes intermedios durante la ejecución del trabajo. El andamio está diseñado de manera que no pueden montarse niveles superiores hasta que no se haya montado completamente cada una de las plataformas con sus protecciones.
- Si en el andamio tradicional se montan tablones en la plataforma de trabajo, es muy complicado calcular la resistencia de cada uno de los tablones. Además, para asegurar la estabilidad de la plataforma habría que atar los tablones a la estructura tubular. En el caso del andamio europeo, durante el montaje del andamio se fijan sólidamente cada una de las plataformas a su estructura, estando indicado en cada una de ellas cuál es la carga máxima que puede soportar.
- El acceso al andamio tradicional se consigue trepando por la estructura, con lo que una caída durante el acceso acarrearía inevitablemente un accidente grave. Para intentar solventar este problema, en ocasiones se monta un cuerpo de escalera en uno de los extremos del andamio (Figura 37), pero como en este andamio no se montan las plataformas completas en cada una de las alturas, el desplazamiento horizontal hasta la plataforma de trabajo no se puede realizar con seguridad.
- El acceso al andamio europeo se realiza por medio de escalerillas interiores (Figuras 38 y 39), por lo que en el caso de producirse una caída esta sería hasta la plataforma inferior.

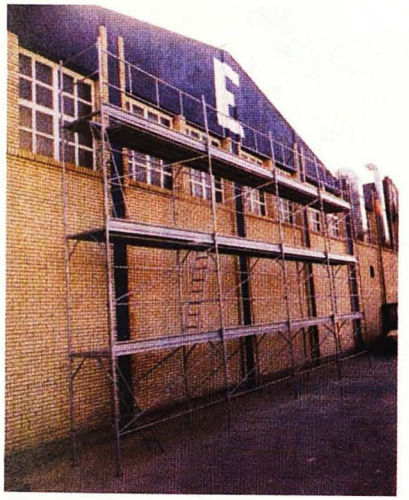


Figura 35

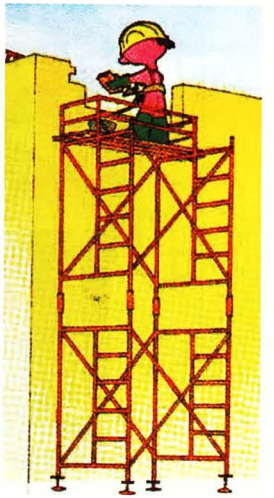


Figura 36

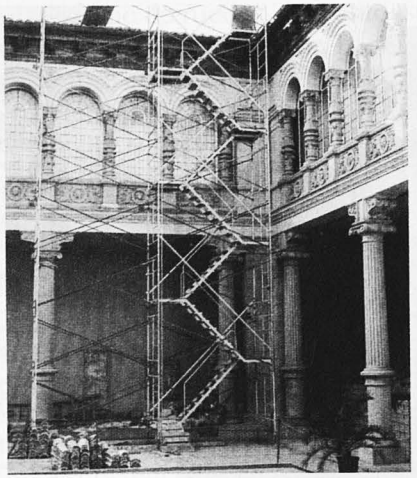


Figura 37

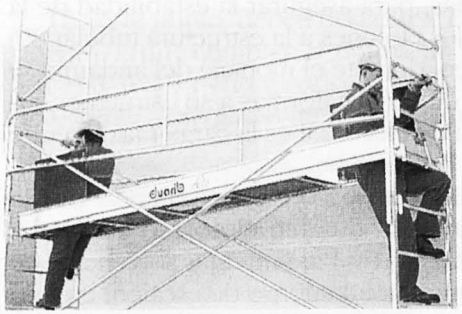


Figura 38



Figura 39

- Para el montaje del andamio tradicional, una vez montadas las dos primeras alturas, los operarios deben encaramarse a la estructura (Figura 40), no existiendo otra medida factible para evitar la caída en altura que la habilidad de los trabajadores. La uti-

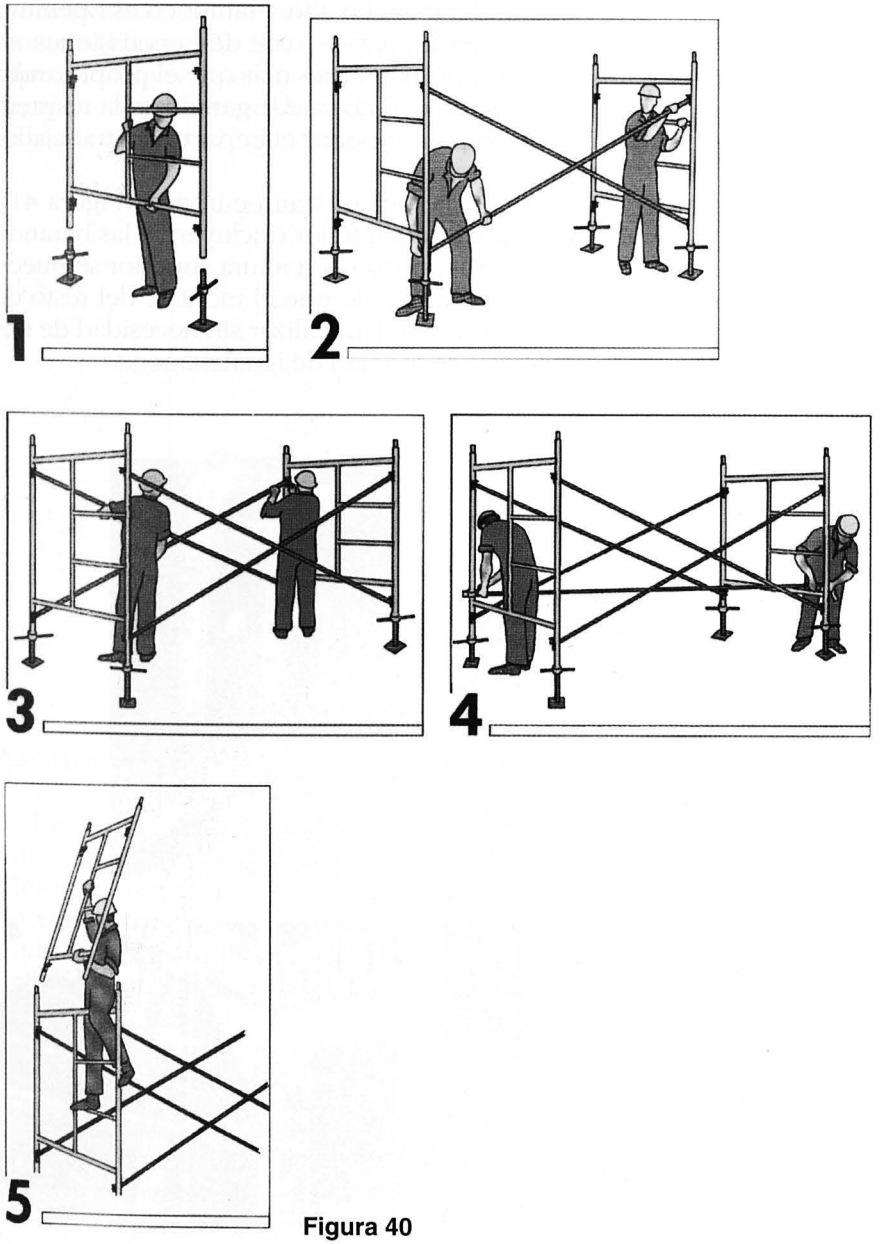


Figura 40

lización de EPI's para el trabajo en altura tampoco es operativa en la práctica, ya que en la mayor parte de las ocasiones no existe otro lugar donde anclar el arnés más que el propio andamio que se está montando, que no puede garantizar la resistencia estructural necesaria para soportar el impacto del trabajador que cae.

- En cambio, para el montaje del andamio europeo (Figura 41), una vez montada la plataforma inferior (incluyendo las barandillas de protección), la plataforma de la altura superior se puede montar desde debajo, permitiendo que el montaje del resto de elementos de esa altura se puedan realizar sin necesidad de trepar. Las alturas sucesivas se montan de igual manera.

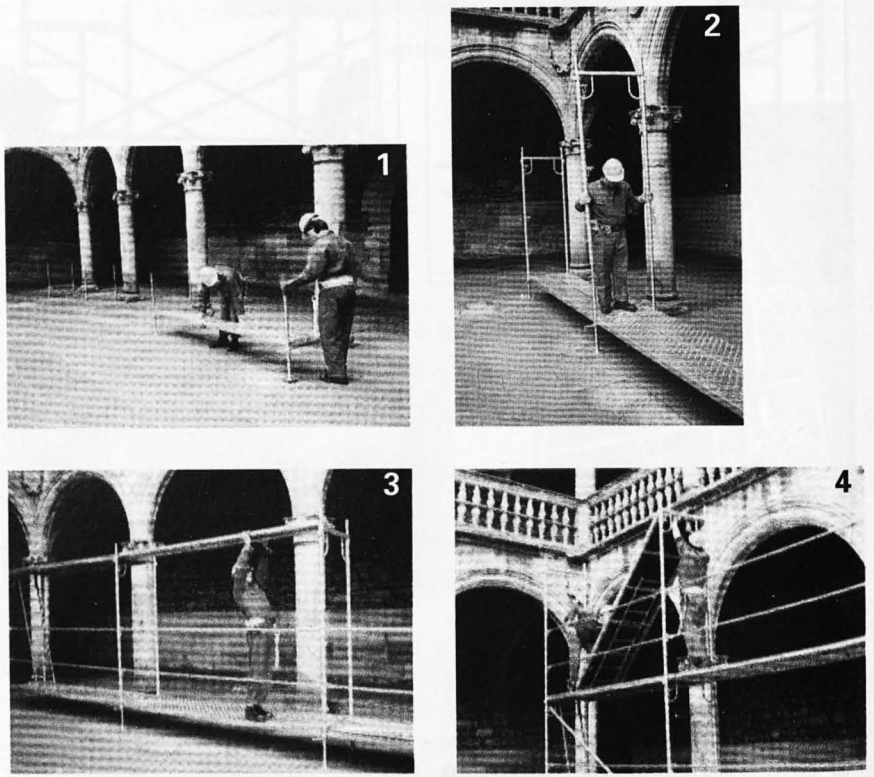


Figura 41

Algunos fabricantes de andamios disponen además de marcos de montaje (Figura 42), que permiten la protección provisional del nivel superior una vez se ha montado desde abajo la plataforma. De esta forma se protege el riesgo de caída de altura antes de que el montador acceda a la plataforma, y en tanto no se colocan las barandillas definitivas.

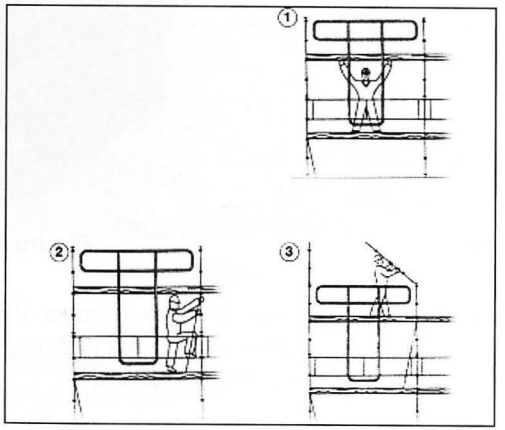


Figura 42

Plataformas elevadoras de personas

Las plataformas elevadoras de personas son probablemente el sistema más seguro de trabajo en altura, ya que la gran cantidad de tipos diferentes que existen en el mercado permiten el acceso a la mayor parte de los lugares donde debe realizarse un trabajo en altura, asegurando que el trabajador está protegido por un medio de protección colectiva (barandilla) tanto durante el acceso como durante toda la ejecución del trabajo.

De los diferentes tipos de plataformas, se pueden destacar:

- Plataformas elevadoras sobre mástil (Figura 43). Utilizadas para cerrar fachadas con paneles, ladrillo..., o para el mantenimiento, limpieza y reparación de las mismas, etc.
- Plataformas articuladas sobre camión. Empleadas sobre todo para grandes alturas, o para trabajos en lugares de difícil acceso, por debajo de rasante (Figuras 44 y 45).



Figura 43



Figura 44

- Plataformas autopropulsadas de tijera (Figura 46). Son las más sencillas, pero tienen la limitación de necesitar que esté libre el espacio bajo la vertical del punto de trabajo.

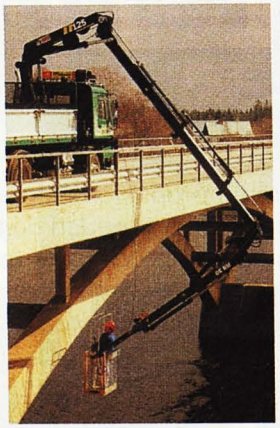


Figura 45



Figura 46

- Plataformas autopropulsadas telescópicas (Figura 47). Tienen la ventaja sobre las anteriores de que desplazan la plataforma horizontalmente, por lo que pueden llegar al punto de trabajo pasando sobre obstáculos.



Figura 47

- Plataformas ligeras (Figuras 47, 48 y 49). Empleadas normalmente para alturas inferiores. En algunos casos no son autopropulsadas. Tienen la ventaja de ser menos voluminosas en el bastidor inferior, por lo que pueden emplearse en lugares con pasillos estrechos.



Figura 48

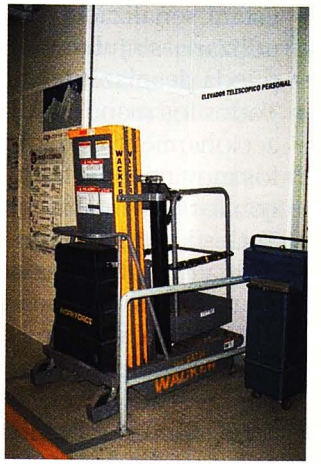


Figura 49

Además estos equipos aportan las siguientes ventajas:

- Permiten el trasporte en la misma plataforma del material preciso.
- Eliminan los tiempos de montaje inicial e intermedios de otros equipos, como los andamios.
- Al ser autopropulsadas, se consigue el acceso al lugar de trabajo sin elementos mecánicos auxiliares, así como los desplazamientos intermedios que necesite el trabajo, sin necesidad de descender.

Las plataformas elevadoras de personas deben estar concebidas de forma que se dificulte la caída desde la plataforma y el desplome de la propia plataforma. Para ello, deberán disponer de los siguientes dispositivos de seguridad:

- La plataforma dispondrá de una barandilla de 1,1 m de altura, con rodapié de 15 cm y listón intermedio (o dispositivo similar que impida el paso inferior de personas y objetos).
- La puerta de acceso debe abrirse hacia el interior y dispondrá de bloqueo automático (muelle de retorno y bloqueo, enclavamientos electromecánicos, etc.).
- El suelo de la plataforma será antideslizante, sin posibilidad de acumulación de agua. Si existen intersticios, su diámetro no será superior a 15 mm.
- Estará señalizado el número máximo de personas que pueden utilizarla simultáneamente, así como la carga máxima que se pueda desplazar.
- Todos los mandos serán sensitivos y estarán protegidos frente a accionamientos involuntarios. Estarán diseñados de manera que los movimientos de los mandos se correspondan intuitivamente con los movimientos de la plataforma.
- Todos los órganos de accionamiento deben estar sobre la plataforma de trabajo, salvo los previstos para rescate. En el caso de plataformas sobre camión, los mandos no estarán en la cabina del camión, sino en la plataforma de este.
- Estarán equipadas en la parte inferior con dispositivos de socorro para rescate del personal que haya podido quedar en la plataforma elevada: bomba manual, unidad de potencia secundaria, apertura de circuito y bajada por gravedad, etc. (no serán necesarios si la plataforma puede evacuarse mediante escalas fijas).

- Deberán estar diseñadas de manera que sea imposible la caída libre, su vuelco por derrumbe, o el desprendimiento de la cesta por rotura de elementos. Para ello dispondrán de limitadores de cargas, limitador de momento de vuelco, preferentemente con alarmas; detector de horizontalidad, de forma que no se pueda elevar la plataforma si el suelo está más inclinado de lo previsto en el diseño de la plataforma, válvulas de retención hidráulicas que bloqueen los circuitos hidráulicos cuando se produzcan fugas en estos, etc.

Su utilización se hará teniendo en cuenta las limitaciones previstas por su fabricante. Al menos, se seguirán las siguientes normas de seguridad:

- Sólo se podrán usar por personal que haya recibido una formación e información en su manejo.
- Deberá delimitarse y señalizarse la zona de trabajo (conos, cadenas o cintas de plástico...) para evitar el vuelco de la plataforma por choques de otros vehículos, así como la caída de objetos sobre personas.
- Nunca trabajará una sola persona en la cesta sin acompañante en el suelo.
- En el caso de observar la presencia de líneas eléctricas en las cercanías de la zona de trabajo, se consultará con un experto en maniobras eléctricas sobre las medidas de seguridad adicionales que deben adoptarse.
- Se suspenderán los trabajos en el exterior en presencia de fuerte viento. Se consultará en el manual del fabricante cuál es la velocidad del viento máxima autorizada, que en ningún caso superará los 45 Km/h.
- Durante los desplazamientos de la plataforma se prestará especial atención a la presencia de obstáculos en el suelo, que podrían provocar el vuelco de la plataforma. Nunca se pasará con la plataforma elevada sobre tapas de registro, alcantarillas, ni cualquier otro elemento cuya resistencia sea dudosa.
- No se realizará ningún movimiento en la plataforma hasta observar que todos sus ocupantes tienen sus miembros dentro de la misma.
- La plataforma debe de ser colocada en posición de transporte (los brazos completamente replegados) antes de subirse en ella.

- Nunca se realizarán operaciones que sobrepasen los limites de la plataforma. Especialmente, no se colocará sobre ella construcciones improvisadas para alcanzar alturas superiores.
- Deberá controlarse que los materiales embarcados en la plataforma no puedan caerse.
- Cuando haya que salir de la plataforma para acceder a una estructura, deberá utilizarse arnés de seguridad que estará conectado a la estructura exterior de la plataforma antes de salir ella.
- Cuando se observe que la plataforma no está en buen estado o que sus movimientos no responden a lo esperado, deberá inmovilizarse la plataforma e informar inmediatamente a su responsable.

5. EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL PARA EL TRABAJO EN ALTURA

El objeto del presente apartado es aportar una información que permita al usuario de un equipo anticaídas, conocer los riesgos derivados de la utilización de este equipo, sus características, la conformidad con normas armonizadas, así como definir unas pautas para su utilización y mantenimiento.

Para poder comercializar un EPI libremente en cualquier país de la Unión Europea es obligatorio que presente en lugar visible un marcado CE y esté acompañado de un folleto informativo. Reglamentariamente existen tres tipos de EPI's. Los sistemas anticaídas son del Tipo III, relativos a la protección contra riesgos mortales o que puedan dañar gravemente la salud. Además de llevar el marcado CE, deberán llevar incorporado el número identificativo del organismo notificado que ensaya el producto. También se tendrá que hacer mención a las normas armonizadas europeas que son de aplicación al producto. Por ejemplo, la etiqueta que identifica a un arnés anticaídas sería similar a la que aparece en la figura.

CE 0086
EN 361

Los sistemas anticaídas son equipos de protección individual, cuya función principal es proteger al trabajador usuario ante una posible caída de altura. Estos equipos de protección individual deben cumplir con unos requisitos extensos y exigentes en su diseño y fabricación, siendo preciso también que sus usuarios estén informados y formados en su utilización y mantenimiento.

Los EPI's anticaídas deben ser personales y adaptables a cada usuario. Deben evitar la caída libre real de una persona a un máximo de 0,5 metros, a menos que un dispositivo adecuado limite la energía del impacto de una caída de mayor altura.

Tipos de EPI's anticaídas y accesorios

Arnés anticaídas

Es un dispositivo de prensión del cuerpo destinado a parar las caídas (Figura 50). Puede estar constituido por bandas, sistema de ajuste, hebillas y otros elementos, que dispuestos y ajustados de forma adecuada sobre el cuerpo de una persona consiguen sujetarla durante y después de una caída.



Figura 50

Deben estar certificados de acuerdo a la norma EN-361, cuyos requerimientos más importantes son los siguientes:

- Todas las hebillas de seguridad deben estar diseñadas de forma que sólo puedan conectarse de forma correcta.
- Los hilos de costura deben estar fabricados con el mismo material que las bandas, pero deben ser de color diferente o contrastado para facilitar la inspección visual.

- Los elementos de enganche del anticaídas (anillas) podrán ser pectorales o dorsales. Si dispone de otras anillas (ventrales o en los costados), éstas sólo podrán ser utilizadas como elementos de trabajo, o para colgar material, nunca como anillas de seguridad. Las instrucciones de uso deberán especificar cuáles son las anillas de seguridad.
- Si un arnés anticaídas se equipa con elementos que permitan utilizarlo con un sistema de sujeción, deberá estar certificado también de acuerdo a la norma EN-358.
- Tendrá una resistencia estática de al menos 15 kN.

Un arnés anticaídas y un elemento de amarre, sin absorbedor de energía, no deben utilizarse como sistema anticaídas (norma EN-363). Es decir, siempre que se utilice un arnés de trabajo como sistema anticaídas debe hacerse utilizando también un absorbedor de energía.

Cinturón de sujeción

Es un componente que rodea al cuerpo, constituido por elementos dispuestos y conectados de manera adecuada, unidos a un elemento de amarre de sujeción, y destinados a sostener al usuario durante su trabajo en altura (Figura 51). Está pensado, no para contener a un trabajador que ha sufrido una caída, sino para evitar que esta se produzca.



Figura 51

Deben estar certificados de acuerdo a la norma EN-358, cuyos requerimientos más importantes son los siguientes:

- Deberá disponer, como mínimo, de dos elementos de enganche en los laterales, o bien de un elemento de amarre de sujeción incorporado y un elemento de enganche para sujetar el elemento de amarre de sujeción.

- La anchura de la banda que pasa alrededor de la cintura deberá ser de 43 mm como mínimo. En cuanto al apoyo dorsal, su longitud mínima será 50 mm superior a la distancia entre los elementos de amarre, y su anchura mínima de 100 mm a lo largo de una longitud de 200 mm, en el centro, y de 60 mm en las demás partes.
- Tendrá una resistencia estática de al menos 15 kN.
- En las instrucciones deberá subrayarse que no debe ser utilizado como anticaídas.

NOTA IMPORTANTE: La norma EN-358 admite que el cinturón de sujeción pueda estar equipado con tirantes y bandas subglúteas ajustables. Esto permite que se comercialicen cinturones de sujeción como el que se muestra en la figura 52, que tiene el aspecto de un arnés deportivo, por lo que es un equipo que agrada a los trabajadores de altura que proceden del deporte del montañismo, y dispone de marcado CE. Es fundamental recordar que a pesar de su aspecto, este equipo no puede utilizarse como anticaídas, ya que está certificado de acuerdo a la norma EN-358, o como se vera más adelante, con la norma EN 813 sobre arneses de asiento, y sólo se puede utilizar para sostener en posición de trabajo y prevenir una caída en altura, nunca para retener a una persona durante una caída. También podría ser un arnés de escalada, certificado de acuerdo a la norma EN-12277, utilizable únicamente para la práctica deportiva.



Figura 52

También debe destacarse que con un cinturón de sujeción el acceso a la zona de trabajo debería poder hacerse de forma segura, sin necesidad de depender del cinturón como anticaídas. Por ejemplo, en un trabajo en una torre metálica, este cinturón es válido para asegurar al

trabajador en la torre mientras realiza el trabajo, pero siempre que se pueda llegar a esa posición a través de escaleras, escalas o plataformas que dispongan de medios de protección colectiva. En caso de no existir éstas, y que se tenga que acceder trepando por la propia estructura de la torre, el acceso no debería hacerse utilizando un cinturón de sujeción, sino un arnés anticaídas asociado a un sistema anticaídas.

Arneses de asiento

Los arneses de asiento están destinados a ser utilizados en los sistemas de sujeción y retención cuando se requiera un punto de enganche bajo. Deberán estar certificados de acuerdo a la norma EN-813, que especifica que los arneses de asiento no deben ser utilizados para la detención de caídas. En cambio, si el trabajador puede además de permanecer colgado sufrir una caída, por rotura por ejemplo de la cuerda de suspensión (Figura 53), el arnés de asiento deberá ser un elemento integrado en un arnés anticaídas, y estará certificado también conforme a la norma EN-361



Figura 53

Un arnés de asiento es un conjunto de bandas, herrajes, hebillas u otros elementos, que formando un cinturón con un punto de enganche bajo, unido a sendos soportes que rodean a cada pierna, permite sostener el cuerpo de una persona consciente en posición sentada (Figura 54). Los arneses de asiento pueden estar dotados de tirantes o integrados en un traje.

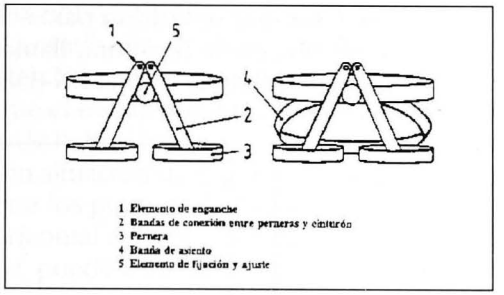


Figura 54

Deberán cumplir los requerimientos siguientes:

- Deberán tener al menos un elemento de enganche. Éste debe estar situado en el centro de la parte delantera del arnés de asiento.
- Si el arnés de asiento está provisto de elementos de enganche laterales adicionales, éstos deben ser conformes con la norma EN 358 (cinturón de sujeción).
- La anchura del apoyo donde las partes que soportan carga entran en contacto con el cuerpo, deberá ser de 43 mm como mínimo.
- Tendrá una resistencia estática de al menos 15 kN.

En las instrucciones deberá subrayarse que no debe utilizarse como anticaídas (salvo que cumpla también la norma correspondiente). Además deberá indicarse:

- Que antes de la primera utilización el usuario debería realizar un ensayo de suspensión en lugar seguro.
- Que antes de cada utilización es conveniente prestar atención a la forma en que podría realizarse un rescate o salvamento seguro y eficaz.
- La duración prevista o, si es posible, cómo puede ser determinada por el usuario.

Elementos de amarre

Existen dos tipos de elementos de amarre, los que se utilizan como parte integrante de un sistema anticaídas, que habrán de cumplir la

norma EN-354 (Figura 55), y los que se utilizan para sostener en posición al trabajador y prevenir una caída de altura, llamados elementos de amarre de sujeción, que cumplirán la norma EN-358 (Figura 56).

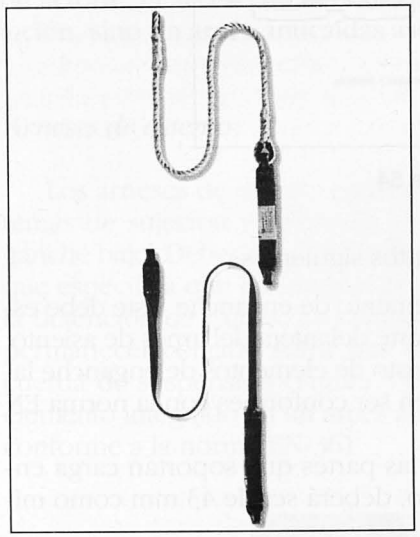


Figura 55

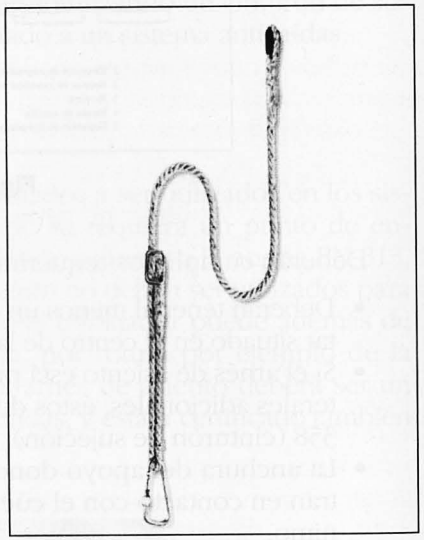


Figura 56

Elementos de amarre de un sistema anticaídas

Pueden ser una cuerda de fibras sintéticas, un cable metálico, una banda o una cadena. También puede ser fijos o ajustables. Los requerimientos más importantes que pide la norma EN-354 son los siguientes:

- Los dos extremos del elemento de amarre tendrán las terminaciones adecuadas (manufacturadas).
- Su longitud máxima no debe exceder de 2 m, tanto si son fijos como ajustables.
- Las partes textiles tendrán una resistencia estática de 22 kN, y las metálicas de 15 kN como mínimo.
- Las instrucciones de uso deben precisar la forma correcta de conectarlos a un punto de anclaje seguro, a un arnés anticaídas y a otros componentes de un sistema anticaídas.

Una configuración especial y relativamente frecuente de los elementos de anclaje anticaídas es lo que habitualmente se conoce como cabo de anclaje en Y o cabo de anclaje doble (Figura 57). Esta disposición permite que el trabajador pueda conectarse a un segundo punto de anclaje antes de haber desconectado el primero, manteniéndose en todo momento en situación de seguridad. De esta manera, en aquellos lugares en los que los puntos o la línea de anclaje no permiten el desplazamiento horizontal o vertical sin necesidad de desconectar el elemento de amarre, puede realizarse el trabajo con seguridad (Figuras 58 y 59).

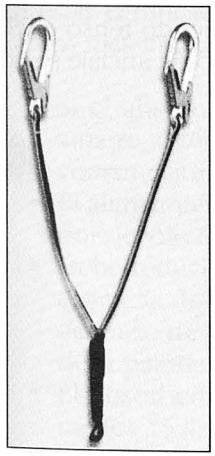


Figura 57

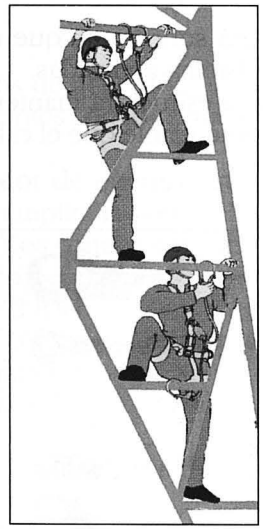


Figura 58



Figura 59

Elemento de amarre de sujeción

Es un componente que permiten sujetar el cinturón de sujeción a una estructura. Los requerimientos más importantes que pide la norma EN-358 son los siguientes:

- Deben estar diseñados de forma que se impida el desenganche involuntario del cinturón de sujeción.
- Podrán estar incorporados permanentemente al cinturón por un extremo, ser separables o ser independientes del cinturón.

- Deberán estar equipados con un sistema de ajuste de longitud que no excederá de 2 m. En los casos en los que sea independiente del cinturón, no es necesario que tenga definida una longitud máxima, pero en las instrucciones de uso deberá aclararse que esta longitud deberá limitarse de forma tal que sea imposible que el trabajador alcance una zona en la que pueda caer al vacío.
- Los elementos de amarre de sujeción tendrán una resistencia estática de 15 kN, siendo la de las cuerdas y bandas de 22 kN como mínimo.
- Los conectores deberán cumplir la norma EN-362.

En las instrucciones deberá subrayarse que no deben utilizarse como parte integrante de un sistema anticaídas.

Para facilitar la sujeción a la estructura manteniendo tenso el elemento de amarre, es muy recomendable que el cabo de anclaje sea regulable (Figura 60).



Figura 60

Absorbedor de energía

Es un componente de un sistema anticaídas que garantiza la parada segura de una caída en condiciones normales de utilización (Figura 61).

Normalmente absorben parte de energía destruyéndose o deformándose (en todo o en parte) alguno de sus elementos internos. De-

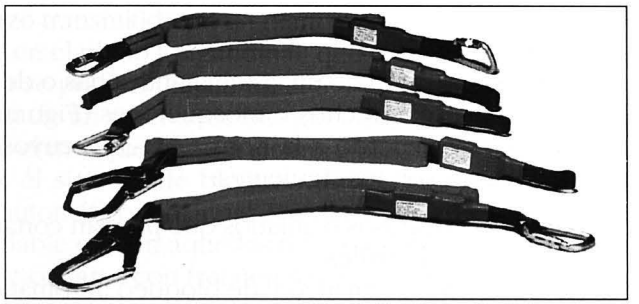


Figura 61

ben estar certificados de acuerdo a la norma EN-355, cuyos requerimientos más importantes son los siguientes:

- Si el absorbedor de energía está incorporado al elemento de amarre, éste cumplirá la norma EN-354, en cuanto a materiales y construcción. Los conectores cumplirán la norma EN-362.
- El alargamiento permanente del absorbedor no debe producirse por debajo de 2 kN.
- Debe reducir la fuerza del impacto a un máximo de 6 kN, y la distancia de parada (distancia vertical medida desde la posición de inicio de la caída libre hasta la posición de equilibrio después de la parada) no debe exceder de 5,75 m.
- El absorbedor extendido tendrá una resistencia estática de al menos 15 kN.
- Las instrucciones de uso deben precisar la forma correcta de conectar el absorbedor a un punto de anclaje seguro, a un arnés anticaídas y a otros componentes de un sistema anticaídas.
- También precisará las características requeridas para un punto de anclaje seguro y la distancia libre requerida por debajo del usuario, que será la distancia de parada más una distancia suplementaria de 2,5 m.

Ya se ha indicado que los absorbedores de energía se deforman o destruyen después de una caída importante, tras la cual deberían ser desechados. Por ello, deberían disponer de un testigo u otro sistema similar que indique claramente al usuario que se ha adquirido una deformación interna, y ya no se puede volver a utilizar el absorbedor.

Conectores

Son elementos de conexión de un sistema anticaídas o de un sistema de sujeción. Pueden ser ganchos o mosquetones (Figura 62). Deben estar certificados de acuerdo a la norma EN-362, cuyos requerimientos más importantes son los siguientes:

- No tendrán bordes rugosos o afilados que puedan cortar o dañar las cuerdas o bandas textiles.
- Deben ser de cierre automático y de bloqueo automático o manual; sólo podrán desengancharse mediante dos acciones manuales y consecutivas, como mínimo.
- Tendrán una resistencia estática de al menos 15 kN.
- Las instrucciones de uso indicarán que los conectores con bloqueo manual sólo se aceptarán en los casos en los que el usuario no tenga que conectarlo o desconectarlo muchas veces durante la jornada de trabajo.

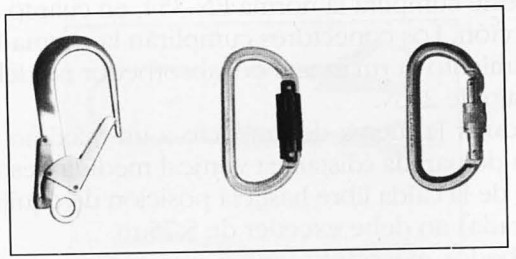


Figura 62

Cuando se coloca un mosquetón, es fundamental comprobar que no se cruza durante el trabajo (Figura 63); la resistencia de un mosquetón a

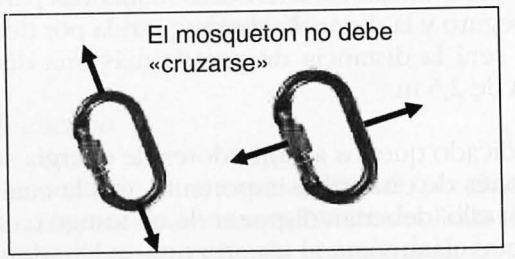


Figura 63

un esfuerzo transmitido en un plano transversal es de sólo un 30 % a la que tiene en el plano longitudinal, que es el normal de trabajo.

Nunca se podrán utilizar en el trabajo en altura conectores que no dispongan de un sistema de bloqueo, y el trabajador deberá asegurarse de que el mosquetón está siempre bloqueado. Como ya hemos comentado, el sistema de bloqueo de los mosquetones puede ser de bloqueo automático o manual. Siendo ambos perfectamente válidos, es recomendable que en aquellos trabajos en los que el mosquetón vaya a abrirse y cerrarse con frecuencia en la jornada de trabajo se utilicen mosquetones de bloqueo automático, fáciles de manejar con una sola mano, dejando los de bloqueo manual (que normalmente precisan de las dos manos para ser desbloqueados y bloqueados) para aquellos casos en los que el mosquetón no deba ser abierto durante un tiempo prolongado.

Dispositivos anticaídas deslizantes

Las condiciones que deben cumplir los sistemas anticaídas están determinadas por la norma EN-363. Los dispositivos anticaídas deslizantes son aquellos que disponen de una función de bloqueo automático y un sistema de guía. El dispositivo se desplaza a lo largo de una línea de anclaje (que puede ser rígida o flexible), acompañando al usuario durante su desplazamiento sin requerir intervención manual durante los cambios de posición hacia arriba o hacia abajo, y se bloquea automáticamente sobre la línea de anclaje cuando se produce una caída.

Los dispositivos anticaídas deslizantes sobre línea de anclaje rígida deberán estar certificados respecto a la norma EN-353-1, cuyos requerimientos más importantes son los siguientes:

- La línea de anclaje rígida puede ser un rail o un cable metálico (Figura 64) y se fija en una estructura de forma que se limiten los movimientos laterales de la línea, bien colocando los suficientes anclajes intermedios, o bien por la tensión del cable entre los dos extremos, que deben estar fijados a la estructura.
- El dispositivo anticaídas deslizante debe bloquearse si se suspende de él una masa de 5 kg, y debe estar diseñado de forma que sea imposible su separación involuntaria de la línea de anclaje.

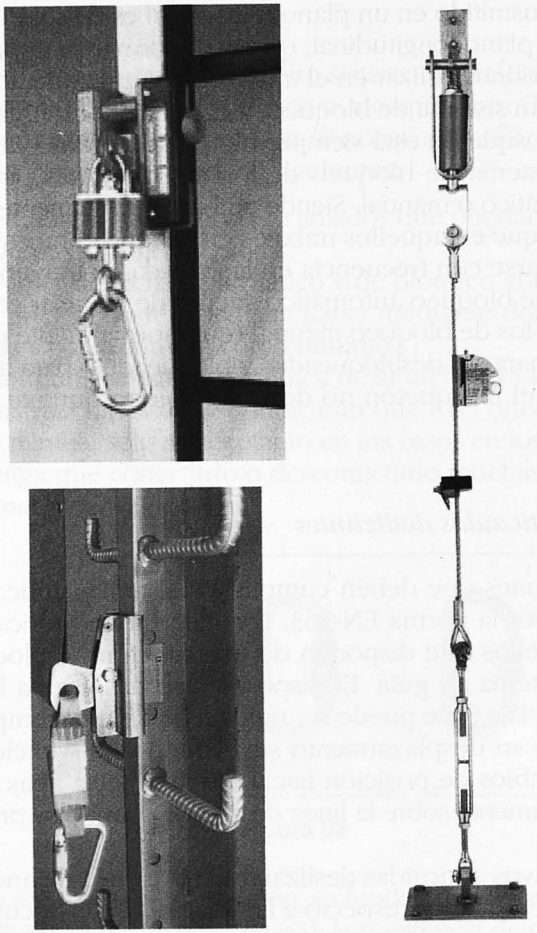


Figura 64

- La línea de anclaje rígida, con el dispositivo anticaídas deslizante y el elemento de amarre colocados, debe tener una resistencia estática de 15 kN como mínimo.
- Debe reducir la fuerza del impacto a un máximo de 6 kN, y la distancia de parada no debe exceder de 1 m.
- Debe disponer de un elemento de disipación de energía incorporado al dispositivo anticaídas deslizante, al elemento de amarre o a la línea de anclaje (norma EN-363).

La utilización más frecuente de las líneas de anclaje rígidas es para el trabajo en torres metálicas (eléctricas, telefónicas,...), que pueden estar en lugares apartados y de difícil acceso. En estos casos, el personal que sube a la torre deberá asegurarse de que la línea de anclaje está bien mantenida y ha sido revisada al menos una vez el último año por personal competente. Además, hay que tener en cuenta que cuando se certifica una línea de anclaje como sistema anticaídas, se hace conjuntamente la línea con el dispositivo deslizante, por lo que antes de acceder al lugar de trabajo habrá que conocerse cuál es el sistema que se ha instalado (cada casa comercial tiene el suyo propio), siempre y cuando no se haya dejado la corredera permanente montada en la línea (cosa que no es habitual).

Los dispositivos anticaídas deslizantes sobre línea de anclaje flexible deberán estar certificados respecto a la norma EN-353-2, cuyos requerimientos más importantes son los siguientes:

- La línea de anclaje flexible puede ser una cuerda de fibras sintéticas o un cable metálico (Figura 65) y se fija en un punto de anclaje superior, debiendo de asegurar el extremo inferior bien con un terminal manufacturado fijo, o bien mediante un lastre.

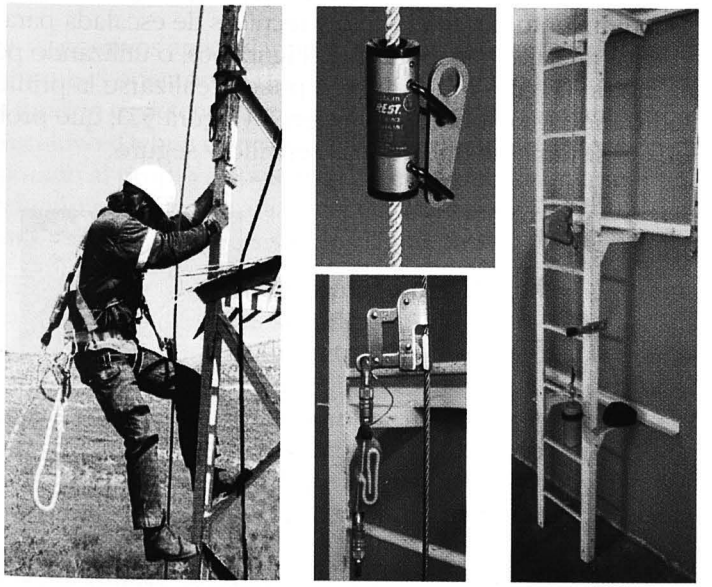


Figura 65

- El dispositivo anticaídas deslizante debe bloquearse si se suspende de él una masa de 5 kg.
- Las cuerdas de anclaje deben tener una resistencia estática de al menos 22 kN, y los cables de 15 kN.
- Debe reducir la fuerza del impacto a un máximo de 6 kN, y la distancia de parada no debe exceder de 3 m.
- Debe disponer de un elemento de disipación de energía incorporado al dispositivo anticaídas deslizante, al elemento de amarre o a la línea de anclaje, o bien de un absorbedor de energía incorporado al elemento de amarre.

Dado que estas líneas suelen utilizarse como líneas de anclaje provisionales, y atendiendo a que se usan para el trabajo en lugares en los que no existe una línea de anclaje fija, las instrucciones de uso deberán precisar las características requeridas para el punto de anclaje y la distancia libre mínima necesaria por debajo del usuario, que será la distancia de parada más una distancia suplementaria de 1 m, así como la formación requerida por parte del personal que la va a montar.

De la misma manera, habrá que tener en cuenta que el montaje de la línea provisional es parte del trabajo en altura y que el primer acceso deberá realizarse también en condiciones seguras, utilizando sistemas de aseguramiento desde el suelo y técnicas de escalada para la colocación de los anclajes transportables (Figura 66), o utilizando pértigas con el mismo fin (Figura 67). También puede realizarse la primera ascensión utilizando un cabo de anclaje en Y (Figura 57), que probablemente sería el sistema de trabajo más sencillo y seguro.

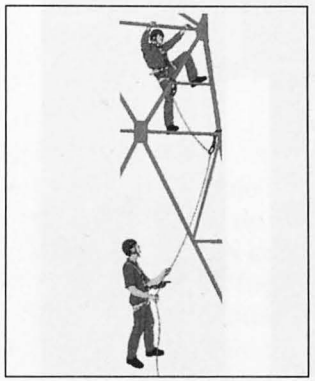


Figura 66



Figura 67

Dispositivos anticaídas retráctiles

Son dispositivos anticaídas con una función de bloqueo automático y un sistema automático de tensión y de retroceso para el elemento de amarre, es decir, un elemento de amarre retráctil (Figura 68).

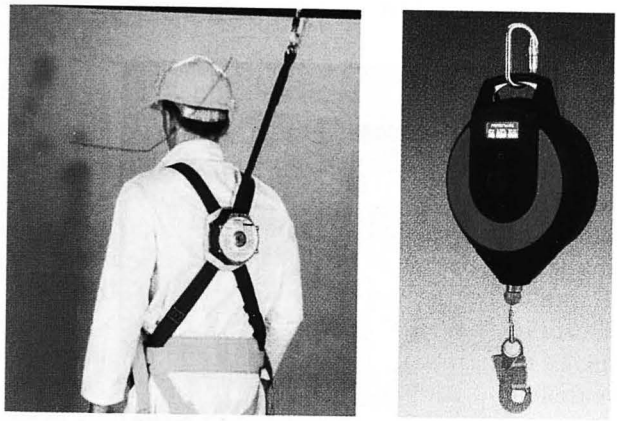


Figura 68

Los dispositivos anticaídas retráctiles van desenrollando un cable o cinta conforme el operario va descendiendo, y lo recuperan cuando asciende. Su función es detener la caída de una persona mediante el bloqueo de un dispositivo. Deben disponer de un elemento de disipación de energía incorporado al propio dispositivo o al elemento de amarre retráctil.

Deberán estar certificados respecto la norma EN-360, cuyos requerimientos más importantes son los siguientes:

- El elemento de amarre retráctil debe ser un cable, una cinta o una cuerda de fibras sintéticas.
- El dispositivo anticaídas retráctil debe bloquearse si se suspende de él una masa de 5 kg.
- Los dispositivos anticaídas retráctiles con un elemento de amarre retráctil de cuerda de fibras sintéticas o de banda, deben tener una resistencia estática de al menos 15 kN, y si el elemento de amarre retráctil es un cabe metálico tendrán una resistencia estática de 12 kN.
- Debe reducir la fuerza del impacto a un máximo de 6 kN, y la distancia de parada no debe exceder de 2 m.

- Las instrucciones de uso deberán precisar las características requeridas para un punto de anclaje seguro y la distancia libre mínima necesaria por debajo del usuario.

En ocasiones, estos dispositivos anticaídas retráctiles disponen de un sistema de torno con manivela para operaciones de rescate en espacios confinados (Figura 69).



Figura 69

Este dispositivo aporta grandes ventajas en determinados trabajos. Por ejemplo, en un trabajo en el que deba caminarse por una superficie horizontal (una viga de una estructura metálica...) se puede utilizar como sistema de protección el que se observa en la figura 70 a. Consiste en una línea de anclaje horizontal sobre la que corre un elemento deslizante, en la que para reducir el impacto que soportará el trabajador en caso de caída, se ha reducido el factor de caída (ver la definición de este término en el apartado *«Elementos importantes a considerar en el diseño de sistemas de trabajo con EPI´s anticaídas»* de este mismo capítulo), colocando la línea de anclaje por encima de la cabeza del trabajador y disponiendo la longitud del elemento de amarre de forma que quede tenso. De esta manera, en caso de un tropiezo del trabajador no se produciría una caída (el factor de caída es 0), porque el elemento de amarre le impediría caer.

Si bien este sistema se puede utilizar perfectamente cuando las zonas sobre las que el operario deba realizar trabajos estén por encima de su cintura, el problema surge cuando alguno esté por debajo, ya que el elemento de amarre le impedirá agacharse. Este inconveniente se re-

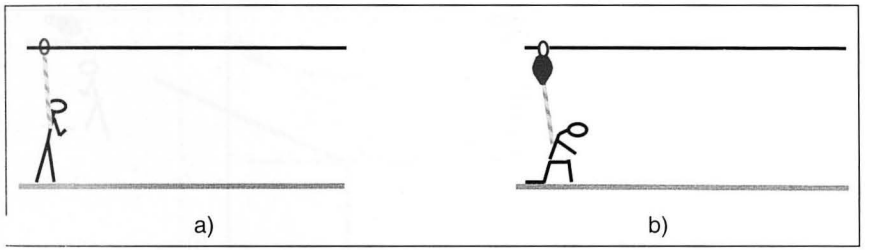


Figura 70

suelve utilizando un dispositivo retráctil, que le permitirá trabajar en cualquier punto, manteniendo siempre tensa la cinta (Figura 70 b).

En ocasiones, cubiertas ligeras inclinadas que en su día se diseñaron como no transitables y a las que se debe acceder para hacer diversas operaciones (de mantenimiento, limpieza, medición...) en chimeneas, instalaciones de climatización, etc., se protegen instalando líneas de vida horizontales. El problema surge cuando para hacer un trabajo en el extremo más alejado de la cubierta se utiliza un elemento de amarre de longitud suficiente para permitir acceder a ese extremo (Figura 71 a); si la cubierta se rompiera cuando el trabajador comienza a alejarse del punto de anclaje, la altura de caída dependería de la longitud de este elemento de amarre (Figura 71 b). Sería muy posible que se golpeara con las instalaciones que en la empresa estuvieran bajo la cubierta o incluso contra el suelo si la longitud de la cubierta y por lo tanto del elemento de amarre, es mucha. Si en lugar de un elemento de amarre convencional se utiliza un dispositivo anticaídas retráctil, en cada momento se dispondría de la longitud de cinta o sirga justa (Figura 72 a), y en caso de caída en cualquier punto de la cubierta, la distancia recorrida en la caída sería mínima (Figura 72 b).

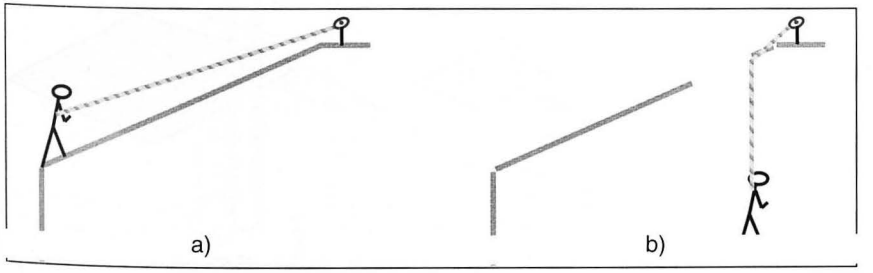


Figura 71

elementos de amarre (Figura 76) o como anclaje provisional en trabajos en estructuras metálicas (Figura 77). Actualmente ninguna de estas utilizaciones tiene sentido, ya que en el primer caso existen en el mercado multitud de elementos de amarre certificados respecto a la norma EN-358, si es de sujeción, o a la EN-354 si es anticaídas, específicas para el trabajo que son los que se deberían utilizar. En cuando a la segunda utilización, en realidad la cinta o el anillo de cinta haría la función de dispositivo de anclaje transportable, cuyas condiciones están indicadas en la norma EN-795, y es ésta la certificación de la que deben disponer para ser utilizadas en trabajo en altura.

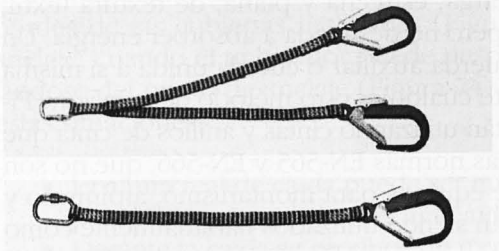


Figura 76

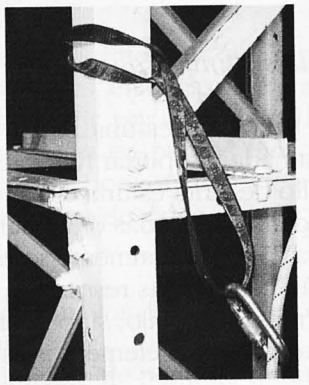


Figura 77

Bloqueadores

Un bloqueador es un dispositivo mecánico que unido a una cuerda del diámetro apropiado, se cerrará cuando se someta a carga en un sentido y se deslizará libremente en sentido contrario (Figura 78). Deberán cumplir la norma EN-567. Ésta no es una norma de trabajo (no existe norma en la actualidad), sino sobre equipos para montañismo, alpinismo y escalada, por lo que sólo podrán ser utilizadas en tanto no existan en el mercado elementos que puedan realizar la misma función y estén certificados como dispositivos para el trabajo en altura.

Los requisitos básicos de seguridad serán los siguientes:



Figura 78

- Los bloqueadores tendrán un dispositivo de cierre o mecanismo similar para evitar que se salga fuera del mismo una cuerda de diámetro dentro del rango marcado en el bloqueador.
- Deberán estar diseñados para cerrarse automáticamente sobre la cuerda en un sentido y para deslizarse libremente en sentido contrario.
- Los bloqueadores nunca deberán romper completamente la cuerda en caso de entrar en acción.

La información básica que se debe suministrar es la siguiente:

- El uso al que está destinado el producto, cómo insertar y extraer la cuerda, cómo funciona el dispositivo de cierre y dónde y cómo sujetar el bloqueador.
- Cómo elegir otros componentes para usar con el sistema.
- Cómo efectuar el mantenimiento y la revisión del producto.
- La vida media útil del producto.
- Los efectos de los agentes químicos y la temperatura en el producto.

El marcado deberá ser el siguiente:

- El rango de diámetros admisibles, en milímetros. El símbolo ∅ debe usarse como prefijo para indicar el diámetro, por ejemplo: ∅ 7 mm a 11 mm.
- Un pictograma indicando el sentido de uso.

Los bloqueadores se utilizan durante el trabajo en altura para colgar herramientas, contrapesos, etc, (Figura 79) o como elemento auxiliar cuando se asciende por una cuerda, por ejemplo cuando se realiza una maniobra de autorrescate (Figura 80). En este último caso, se coloca el



Figura 79

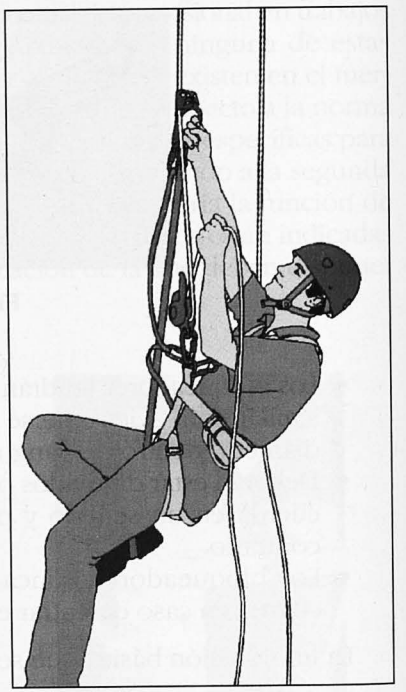


Figura 80

dispositivo de bloqueo en la cuerda por encima de la posición del trabajador para que, después de pasar el tramo de cuerda que tiene por debajo a través de un mosquetón que se ha colocado en el bloqueador, éste pueda hacer las veces de polea. Para facilitar el ascenso, también se suele colgar del bloqueador un pedal de cinta, para que el trabajador pueda hacer fuerza con las piernas. En ningún caso un trabajador debe permanecer suspendido únicamente de un bloqueador.

Casco

Los cascos de seguridad para la industria deberán cumplir la norma EN-397. Para trabajos en altura los cascos deberán estar provistos de un barbuquejo o de los dispositivos que permitan adaptar uno (Figura 81). Cualquier barbuquejo suministrado con el casco debe tener una an-



Figura 81

chura no inferior a 10 mm cuando no está sometido a tensión y debe estar conectado al casquete o a la banda de cabeza. La mandíbula deberá ser liberada por una fuerza no inferior a 150 N y no mayor de 250 N, debido exclusivamente a la ruptura de los puntos de anclaje.

Los cascos deberán ser tan ligeros como sea posible, sin perjudicar la robustez del diseño ni la eficacia. Ninguna parte del casco deberá tener aristas vivas y la superficie exterior del casquete deberá tener una terminación lisa.

La información básica, que se debe suministrar es la siguiente:

- No se deberá modificar o quitar cualquier pieza original que forme parte del casco, a excepción de las modificaciones o supresiones que sean recomendadas por el fabricante del casco. Los cascos no deberán ser adaptados, en cualquier caso, para la fijación de accesorios en cualquier forma que no sea recomendada por el fabricante de los mismos.
- No se aplicará pintura, disolventes, adhesivos o etiquetas autoadhesivas, a excepción de aquello que esté de acuerdo con las instrucciones del fabricante del casco.
- El casco está hecho para absorber la energía de un golpe mediante la destrucción parcial o deterioro del casquete y del arnés; incluso aunque dicho deterioro pueda no ser inmediatamente aparente, cualquier casco sometido a un impacto importante debería ser reemplazado.

Dispositivos de descenso

Son dispositivos mediante los cuales una persona puede descender a una velocidad limitada, desde una posición elevada hasta una posi-

ción más baja, bien sola, bien con ayuda de una segunda persona (Figuras 82 y 83). Están diseñados de forma que permiten el descenso a velocidad limitada mientras se oprime una palanca, deteniéndose y bloqueándose en el momento en el que se suelte esta palanca. Los dispositivos de descenso deberán cumplir la norma. EN-341.



Figura 82



Figura 83

Existen cuatro clases de descensores:

- Clase A: energía de descenso $W \geq 7.5 \times 10^6$ J.
- Clase B: energía de descenso $W \geq 1.5 \times 10^6$ J.
- Clase C: energía de descenso $W \geq 0.5 \times 10^6$ J.
- Clase D: energía de descenso $W \geq 0.02 \times 10^6$ J, para un único descenso con una altura de descenso de hasta 20 metros.

Los dispositivos de clase D deberán estar proyectados de forma que no puedan utilizarse más de una vez.

Los descensores tipo A, B y C están diseñados de forma que sea posible mantener la velocidad de descenso entre 0,5 y 2 m/s. Para los descensores de clase D debe ser posible mantener la velocidad de descenso en 2 m/s, como máximo.

De la misma manera, el diseño se hace de forma que ninguna de las piezas del dispositivo accesibles durante el descenso alcance una temperatura superior a 48 °C (temperaturas mayores podrían dañar la cuerda por la que se desciende), siempre y cuando se utilicen de acuerdo a las condiciones para las que se ha diseñado.

Las cuerdas deben ser de fibras sintéticas o de hilos de acero.

La carga bajo la que funcionará correctamente el descensor será de 30 Kg. mínimo y de 150 Kg. máximo.

En cada uno de los descensores debe marcarse de forma legible y duradera la siguiente información:

- Tipo de descensor.
- Clase de descensor.
- Altura de descenso máxima.
- Carga de descenso máxima.

Además de ser utilizados para el descenso, estos dispositivos se utilizan como elemento de suministro de cuerda y bloqueo en caso de caída del trabajador que está ascendiendo por la estructura vertical cuando se aplican técnicas de aseguramiento desde el suelo (figura 66). Estas son técnicas muy similares a las que se utilizan en escalada libre, cuando el compañero que está abajo suministra la cuerda que necesita al otro que está ascendiendo. El trabajador que está en el suelo debe disponer de un dispositivo por el que pasa la cuerda, que debe quedar bloqueado rápidamente en caso de caída del compañero. De producirse esta, no debe hacer otra cosa que soltar el descensor, que estará firmemente sujeto a una estructura resistente. El trabajador que está ascendiendo, en circunstancias normales debe subir colocando seguros provisionales por los que pasa la cuerda para asegurarse, y que servirán de punto de anclaje en caso de caída.

También se utilizan como elemento auxiliar para maniobras de ascenso por cuerdas y en operaciones de autorrescate después de una caída (Figura 80). En este caso, después de colocado un bloqueador en la cuerda por encima de la posición del trabajador para que pueda hacer las veces de polea, se utiliza el dispositivo de descenso para ir tirando de la cuerda que se ha pasado por él, facilitar la recogida de ésta,

y de esta manera el ascenso a lo largo de ella. Una vez que se suelta el descensor permanece bloqueado en esa posición, con lo que ya se está preparado para repetir toda la operación desde el principio y seguir ascendiendo por la cuerda.

Es muy importante que durante su utilización no se sobrepasen ni la carga ni la altura de descenso máximas, ya que un incremento en alguno de estos factores podría producir un incremento de temperatura en las partes internas del descensor mayor de lo previsto, y provocar una rotura posterior de la cuerda. A este respecto, conviene recordar que si se hacen varios descensos seguidos con un mismo dispositivo (como sería el caso si varios trabajadores descienden al final de una jornada por una cuerda utilizando un mismo descensor), la altura real de descenso (que no debe ser superior a la altura máxima de diseño) sería el producto de la altura de descenso multiplicada por el número de descensos que se realizan seguidos.

Cuerdas

Para trabajo en altura deben utilizarse cuerdas trenzadas con funda y semiestáticas, que deberán cumplir la norma EN-1891 (Figura 84). Son cuerdas textiles, compuestas de un alma o núcleo rodeado de una funda o camisa, diseñado para ser utilizado por personas en los accesos mediante cuerda, en todo tipo de sujeción y retención en puntos de trabajo.

Las cuerdas se utilizarán en combinación con otros dispositivos de ascenso, descenso y seguridad. Las características requeridas a estas cuerdas son un coeficiente de alargamiento bajo durante su utilización normal y la capacidad de resistir las fuerzas generadas en una

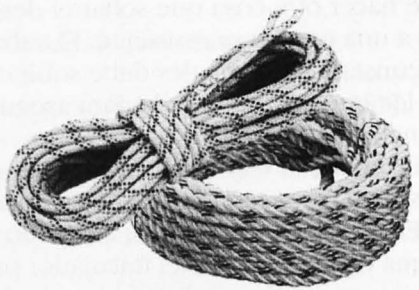


Figura 84

caída. También es deseable una cierta capacidad de absorción de la energía desarrollada por estas fuerzas de choque, propiedad que debe guardar un compromiso en relación con el alargamiento aceptable durante el uso normal de trabajo.

Existen dos tipos de cuerdas de alma y funda trenzada: las cuerdas tipo A y las cuerdas tipo B.

- Cuerdas tipo A: son cuerdas de alma y funda trenzada y bajo coeficiente de alargamiento, diseñadas para su uso general, por personas, en el acceso mediante cuerdas, incluido cualquier tipo de sujeción y retención en el puesto de trabajo.
- Cuerdas tipo B: son cuerdas de alma y funda trenzada y bajo coeficiente de alargamiento, de comportamiento inferior al de las cuerdas tipo A y que requieren un mayor grado de atención y cuidado durante su uso.

Por lo descrito anteriormente y según los dos tipos de cuerda existentes, para los trabajos en altura se utiliza habitualmente el tipo A, por su durabilidad. Las cuerdas de tipo B las utilizan fundamentalmente los cuerpos policía, bomberos, etc.

El diámetro *D* de la cuerda debe estar comprendido entre un mínimo de 8.5 mm y un máximo de 16 mm, y el alargamiento no deberá ser mayor del 5 % cuando se produzca una caída.

La resistencia estática sin terminales preparados, es decir, antes de manufacturar el terminal o hacer el nudo, deberá ser de al menos 22 kN en la cuerdas tipo A, y de 18 kN en las de tipo B.

El fabricante debe proporcionar, entre otra, la siguiente información en español:

- El nombre (designación del modelo), tipo (A o B), el diámetro de la cuerda y el alargamiento.
- Las resistencias estáticas.
- Que el producto sólo debería ser utilizado por personas entrenadas y competentes o que el usuario esté supervisado directamente por una persona entrenada y competente.
- Que antes y durante su utilización, deben tenerse en cuenta las medidas a tomar para que, dado el caso, cualquier salvamento pueda llevarse a cabo de manera segura y eficaz.
- Cómo asegurar la compatibilidad con cualquier otro componente a utilizar junto con la cuerda, por ejemplo que el disposi-

tivo de regulación elegido sea el adecuado para el diámetro de la cuerda.

- Las limitaciones de los materiales del producto o los riesgos que puedan afectar a su comportamiento, por ejemplo la temperatura, degradación por UV, los cortes, la abrasión, el método y materiales de limpieza, los cuidados durante el transporte y el almacenamiento...
- Duración prevista del producto (caducidad).
- Que es recomendable prever un punto de anclaje seguro para el sistema, situado por encima del usuario, y que es recomendable evitar toda cuerda no tensa conectando al usuario por el punto de anclaje seguro.
- Que las cuerdas tipo A son más adecuadas para las operaciones de acceso mediante cuerdas y para la sujeción en el trabajo que las cuerdas tipo B.
- Los métodos recomendados para realizar los terminales de las cuerdas (tipos de nudos, por ejemplo).
- Consejos para que, en el caso de utilización de cuerdas de protección en actividades de escalada libre, en el acceso mediante cuerdas, en salvamentos o en espeleología, debe ser tomada en cuenta, por ejemplo, la norma EN-892 Equipos de montañismo. Cuerdas dinámicas. Requisitos de seguridad y métodos de ensayo.

Habitualmente el fabricante suministra las cuerdas a los proveedores en grandes rollos y acompañadas de un folleto informativo, y después se venden por metros al usuario final cortando el tramo que se le solicite. Cuando se compre un tramo de cuerda deberá asegurarse que el vendedor la suministra después de haber rematado el cabo cortado, de manera que no pueda deshilacharse y esto mismo tendrá que hacerlo el propio usuario cada vez que por cualquier motivo deba cortar la cuerda. También deberá comprobarse que se entrega acompañada de una copia del folleto informativo.

Los dos extremos de la cuerda estarán marcados con la letra que indique su tipo (A o B) seguida de su diámetro, y a lo largo de toda su longitud, cada metro, dispondrán de un marcado interno en el que se indique el nombre del fabricante, el tipo de cuerda, el año de fabricación y los materiales que la constituyen.

Cuando la cuerda pueda rozar contra aristas, como ocurre cuando aquella se descuelga por una estructura para realizar un trabajo vertical, debe colocarse en el punto de rozamiento algún elemento de protección de la cuerda (Figura 85).

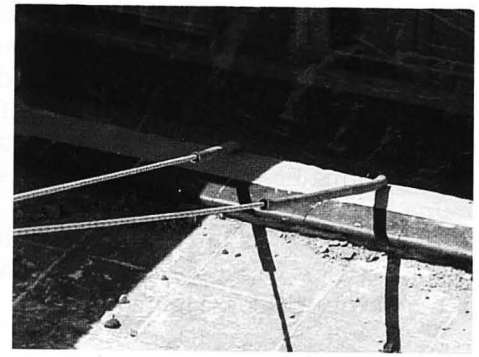


Figura 85

Dispositivos de anclaje

Los dispositivos de anclaje son elementos que incorporan uno o varios puntos de anclaje y que están destinados exclusivamente a ser utilizados con los equipos de protección individual contra las caídas de altura.

Deberán estar certificados conforme a la norma EN 795 (modificada por la EN 795/A1:2001), que los clasifica en cinco clases diferentes.

Clase A (Figuras 86 y 87)

Son los anclajes proyectados para ser fijados permanentemente a una estructura, bien sean superficies verticales, horizontales o inclinadas (paredes, columnas, dinteles, tejados inclinados...).



Figura 86

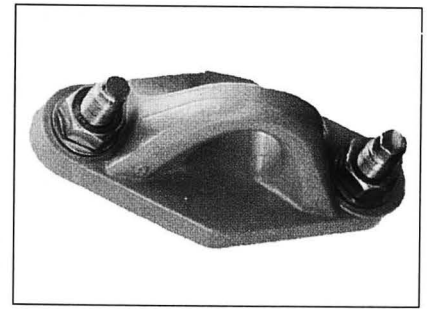


Figura 87

En el caso de instalación sobre madera o acero, es conveniente que un ingeniero cualificado verifique mediante cálculo que el proyecto y montaje garantizan la adecuada resistencia. En el caso de fijación sobre otros materiales, es conveniente que el instalador verifique la adecuación de los materiales estructurales realizando un ensayo (en las condiciones fijadas por la norma EN 795) sobre una muestra del material considerado, con una fuerza de 5 kN durante 15 sg.

En ocasiones, estos puntos de anclaje deben colocarse duplicados, como por ejemplo en los cabeceros de cada una de las cuerdas que se utilizan en trabajos verticales (Figura 88).

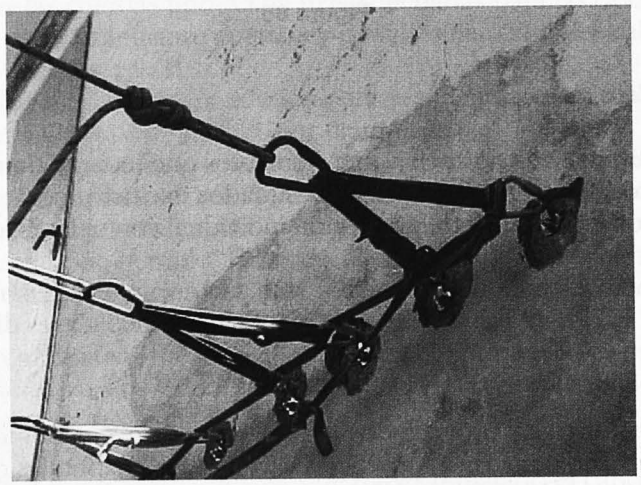


Figura 88

Clase B

Incluye los anclajes provisionales transportables. Pueden ser cintas (Figura 52), elementos de conexión a perfiles metálicos (Figura 89), trípodes para colocar anticaídas retráctiles (Figura 69),...

Es conveniente tomar las precauciones necesarias para asegurar que el dispositivo elegido se adecua a la aplicación a la que se le destina, y que un ingeniero cualificado verifique la viabilidad de la instalación, teniendo en cuenta tanto el dispositivo como la estructura donde se coloca.

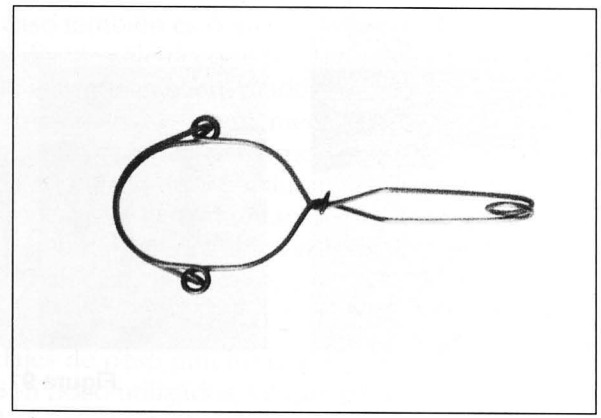


Figura 89

Clase C (Figura 90)

Son dispositivos de anclaje equipados con líneas de anclaje flexibles horizontales (se entiende por línea de anclaje horizontal aquella que no se desvía de la horizontal en más de 15°).

Las instrucciones de uso de estos anclajes deberán incluir la fuerza máxima admisible sobre los anclajes estructurales extremos e intermedios, cuestión fundamental para poder determinar si la estructura sobre la que se coloca esta línea de anclaje tiene la suficiente resistencia para soportar el impacto que se produciría en una caída.

La línea de anclaje dispondrá de tantos puntos de anclaje intermedios como sea necesario para reducir la flexión de la línea en caso de caída, y con ello la altura libre inferior necesaria. Preferentemente, estos puntos intermedios deberán diseñarse de forma que no haya que desconectar el elemento de amarre de la línea para sobrepasarlos (Figura 91). En caso contrario, el folleto informativo indicará que sólo podrá utilizarse la línea si se dispone de un cabo de anclaje en Y, con dos conectores.

Siempre que sea posible, el dispositivo debe instalarse sobre estructuras que permitan su ensayo, siendo conveniente verificar mediante cálculos realizados por un ingeniero cualificado, que la estructura portante equipada con anclajes estructurales extremos e intermedios soportará las fuerzas máximas que se puedan producir. In-



Figura 90

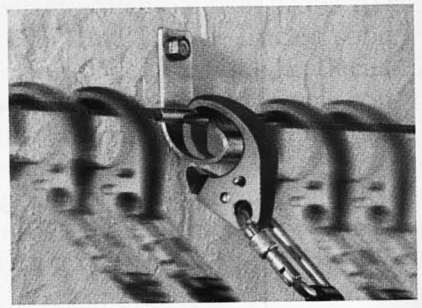


Figura 91

dependientemente de todo esto, cada anclaje estructural extremo o intermedio debería ser sometido a un ensayo de tracción con una fuerza de 5 kN durante 15 sg.

El instalador deberá asegurar también que se dispone de la altura libre inferior necesaria para detener al trabajador sin daño.

Clase D (Figura 92)

Incluye los dispositivos de anclaje equipados con rieles de anclaje rígidos horizontales.

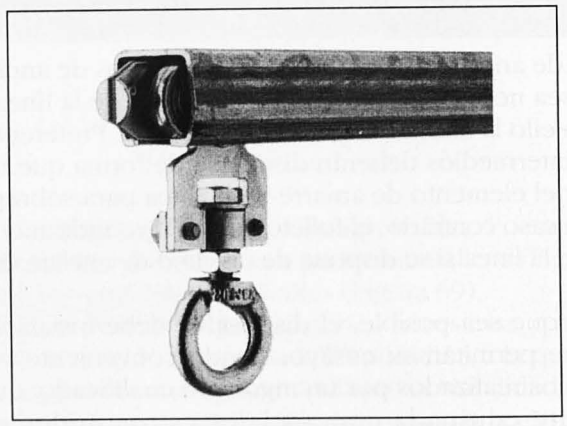


Figura 92

En este caso también es conveniente que un ingeniero cualificado verifique mediante cálculo que se garantiza la adecuada resistencia en el caso de instalación sobre madera o acero, y en el caso de fijación sobre otros materiales, es conveniente que el instalador verifique la adecuación de los materiales estructurales realizando un ensayo de tracción con una fuerza de 5 kN durante 15 sg.

El instalador deberá asegurar también que se tiene la altura libre inferior necesaria para detener al trabajador sin daño.

Clase E (Figura 93)

Son anclajes de peso muerto que se colocan sobre superficies horizontales. Son poco utilizados, ya que para poder soportar el impacto del trabajador que cae, teniendo en cuenta las condiciones más desfavorables, deben ser muy pesados, lo que los hace poco manejables.

Los anclajes de peso muerto no serán utilizados cuando la distancia al borde del tejado sea menor de 2,5 m, ni cuando haya hielo o riesgo de helada, ya que la disminución del coeficiente de rozamiento con el suelo podría provocar que se desplacen en caso de recibir el impacto de una caída.

Las instrucciones de uso de estos anclajes deberán incluir instrucciones acerca del tipo de superficie de la cubierta donde pueden utilizarse, y de su empleo en caso de que las superficies estén cubiertas de aceites, verdina, gravillas...

Si se utilizan del tipo de masa de agua, deberían ser desechados si se produce cualquier fuga.

En las instrucciones de uso de cualquiera de los cinco sistemas de anclaje descritos, deberá decirse que a menos que se indique lo contrario, están previstos para su empleo por una sola persona que utilice un sistema anticaídas dotado de un absorbedor de energía. En caso de que el fabricante haya diseñado el dispositivo de anclaje para más de

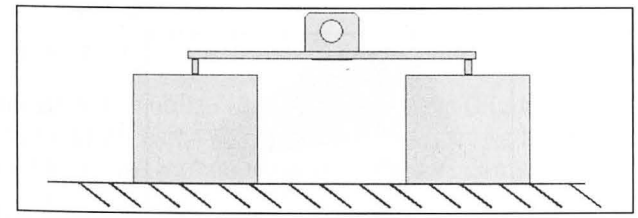


Figura 93

una persona, deberá haber indicado el número máximo de personas que pueden utilizarlo simultáneamente.

Los dispositivos de anclaje deben estar proyectados para la adecuada conexión al mismo del EPI, de forma que se garantice que el equipo no puede desconectarse involuntariamente. Deberán diseñarse también para que el trabajador pueda acceder al punto de anclaje siempre en posición de seguridad, de forma que sea imposible que se produzca una caída antes de estar conectado al anclaje.

Los dispositivos de anclaje no deben utilizarse más que con sistemas anticaídas marcados con el marcado CE, que en ningún caso provocan en el dispositivo de anclaje fuerzas superiores a 6 kN.

Elementos importantes a considerar en el diseño de sistemas de trabajo con EPI's anticaídas

Selección del tipo de arnés

El primer paso ante la necesidad de utilizar EPI's anticaídas es la selección del dispositivo de prensión del cuerpo (arnés o cinturón). Es importante precisar cuáles son las necesidades del trabajo para poder seleccionar convenientemente este elemento.

Si se decide trabajar con un cinturón de seguridad (Figura 94), hay que tener claro que éste no es un dispositivo anticaídas, sino de posicionamiento. Este cinturón está pensado para mantener al usuario en su punto de trabajo, o para impedir que alcance un punto desde donde se pueda producir una caída. Si el trabajo precisa de mucha movilidad, y el EPI ha de retener al trabajador después de sufrir la caída, este equipo sería ineficaz, ya que:

1. El fabricante no lo ha diseñado para soportar un impacto y sería factible que el cinturón o el elemento de amarre se rompiera, cayendo el trabajador al vacío.

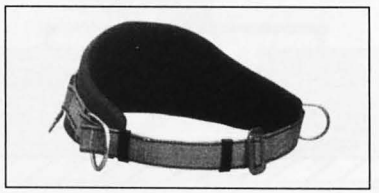


Figura 94

2. La posición de caída sería la que se observa en la Figura 95, con lo que la columna vertebral del trabajador resultaría dañada con bastante probabilidad.

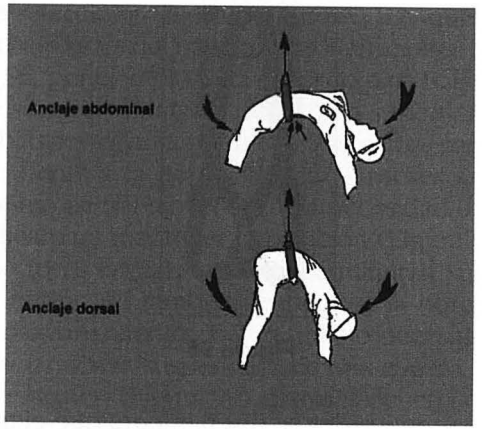


Figura 95

3. Los esfuerzos transmitidos al trabajador como resultado del impacto serían mayores de los que éste pueda soportar. A modo de ejemplo, si quisiéramos calcular la energía que se produce en la retención de una persona de 70 kg de peso, que cae desde un metro de altura, esta sería:

$$E = M \times G \times H = 70 \text{ kg} \times 9{,}8 \text{ m/seg}^2 \times 1 \text{ m} = 686{,}7 \text{ Julios}$$

Como ya se ha comentado, esta energía de impacto actuaría exclusivamente sobre la cintura del trabajador (única zona desde la que está suspendido), dañando probablemente su columna vertebral. La energía del golpe sería la misma que si sobre esta zona se dejara caer un peso de 700 kg desde 10 cm de altura, ya que:

$$E = M \times G \times H = 700 \text{ kg} \times 9{,}8 \text{ m/seg}^2 \times 0{,}1 \text{ m} = 686{,}7 \text{ Julios}$$

Si en cambio se utiliza un arnés anticaídas (Figura 96) asociado a un sistema anticaídas, éste sí es un dispositivo que se ha diseñado para retener sin daño a un trabajador que sufre una caída:

1. Los materiales y el conjunto se han diseñado para resistir los esfuerzos del impacto.

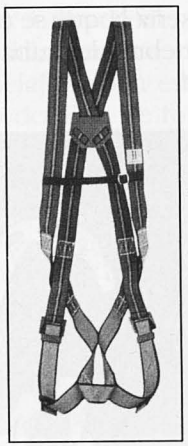


Figura 96

2. Los sistemas anticaídas se diseñan para que el trabajador no reciba un impacto que no pueda soportar. A este efecto y como ya se ha comentado, un arnés anticaídas siempre debe utilizarse asociado a un dispositivo absorbedor de energía.
3. La posición de caída sería la que se observa en la Figura 97. Las bandas situadas en la zona inguinal son las que transmitirían los esfuerzos derivados del impacto al trabajador, siendo ésta una zona mucho más robusta que la columna vertebral.

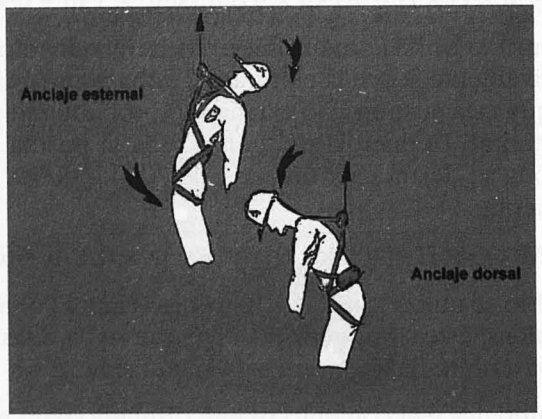


Figura 97

Por otra parte, al tener el punto de conexión del arnés muy por encima del centro de gravedad, durante la caída rápidamente se va a adoptar la posición vertical, mucho más favorable, desde el punto de vista de seguridad.

A la hora de seleccionar el arnés, también hay que tener en cuenta cuáles son las necesidades del trabajo y las limitaciones del equipo. El arnés de la Figura 96, por ejemplo, está pensado para trabajos en los que el trabajador tiene sus pies asentados sobre una superficie y el arnés sólo actuaría si el trabajador cayera, reteniendo su caída, para lo que debería estar certificado frente a la norma EN-361: arneses anticaídas. Si una vez llegado al punto de trabajo existiera la necesidad de sujetarse a una estructura metálica para mantener la posición (Figura 98), el arnés debería tener conectores laterales que le permitieran sujetarse a esa estructura y estar certificado también respecto a la norma EN-358 sobre cinturones de posicionamiento. Y si el trabajo necesitara que en algún momento se permaneciera suspendido de una cuerda, como es el caso de los trabajos verticales, (Figura 99), el arnés debería de disponer también de certificación respecto a la norma EN-813, arneses de asiento.

Es muy importante que el trabajador conozca perfectamente su arnés de trabajo, cuáles son los elementos de enganche de los que dispone, y para qué se deben utilizar. Por ejemplo, en un arnés como el de la Figura 100 se muestran varios elementos de enganche:

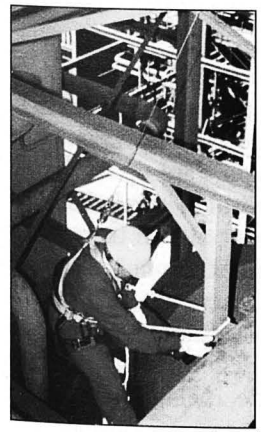


Figura 98

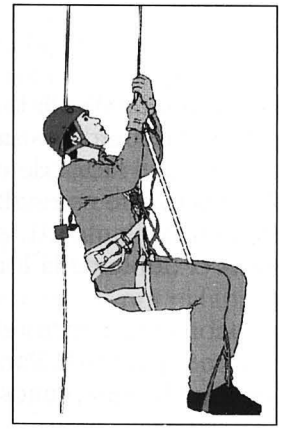


Figura 99

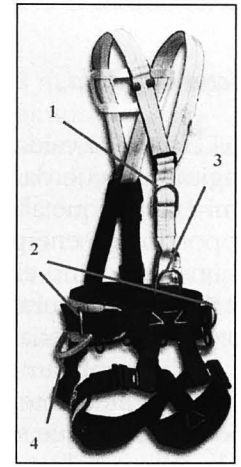


Figura 100

1. Elemento de enganche para el sistema anticaídas. Es el punto del que debe quedar suspendido el trabajador si se produce una caída.
2. Elementos de enganche de sujeción. A estos puntos debe sujetarse un elemento de amarre de sujeción, si se necesita mantener la posición (Figura 98).
3. Elemento de enganche del arnés de asiento. En una situación de trabajo vertical (Figura 99) en la que el trabajador deba permanecer suspendido de una cuerda, éste es el punto al que se conectaría el descensor y a través de él la cuerda de trabajo. En esta situación el trabajador debería permanecer conectado a una segunda cuerda de seguridad a través de un dispositivo anticaídas deslizante, por ejemplo, que se conectaría al elemento de enganche anticaídas (1).
4. Anillas porta-material. No son componentes de seguridad, están pensadas exclusivamente para colgar el pequeño material que se pueda necesitar durante el trabajo o el acceso.

Es habitual encontrar trabajadores no entrenados en la utilización del arnés que utilizan una anilla equivocada, y por ejemplo enganchan su sistema anticaídas a las anillas porta-material, que tienen escasa resistencia mecánica, o a las anillas de sujeción, que provocarían que en caso de caída la posición de caída y la transmisión de esfuerzos sería la misma que si se utilizara sólo un cinturón de sujeción.

Factor de caída

El factor de caída es el resultado de dividir la altura de caída entre la longitud de cuerda. Dado que la cuerda es un elemento elástico o semi-elástico que absorbe energía, el factor de caída trata de reflejar la proporción de energía del impacto que no es absorbida por la cuerda. En un caso como el descrito en la figura 101, en el que el trabajador caería de una altura que sería el doble de la longitud de la cuerda, el factor de caída sería 2.

Están absolutamente desaconsejados factores de caída superiores a 1 y preferentemente no se debe superar 0,8. Para disminuir el factor de caída, siempre que se pueda se utilizarán puntos de anclaje por encima de la cabeza del usuario.

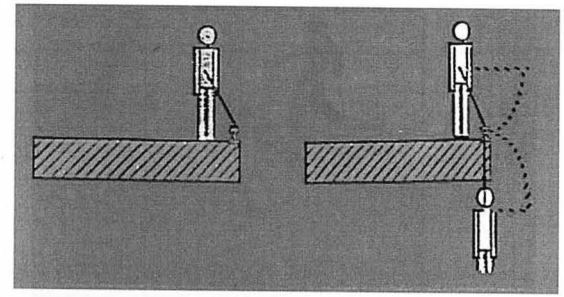


Figura 101

Altura libre inferior

Cuando se produce una caída y se está utilizando un sistema anticaídas, hay que garantizar no sólo que el trabajador no pueda llegar al suelo, sino que se le recoja sin daño. Para ello, es imprescindible que por debajo de la zona de trabajo exista la altura libre suficiente para que el trabajador no se golpee, ni contra el suelo, ni contra parte alguna de la estructura (vigas inferiores, crucetas...), máquinas, vehículos (carretillas elevadoras, por ejemplo, que puedan circular bajo la zona de trabajo) o incluso con otros trabajadores, si es zona de paso. De esta manera, la altura libre necesaria en un trabajo en la estructura interior de una nave industrial, si el punto de anclaje estuviera colocado en las condiciones indicadas en la Figura 102 sería:

- Longitud de cuerda que será como máximo 2 m, ya que ningún elemento de amarre debería superar esa longitud.
- Altura del trabajador. En realidad esta altura es más bien la distancia entre el punto de anclaje, esternal o dorsal, y los pies del trabajador que se podría tomar entre 1,7 y 2 m teniendo en cuenta que las cintas se estiran después de una caída.
- Alargamiento permanente del amortiguador de caídas, más alargamiento elástico del elemento de amarre y del absorbedor. Este último estará determinado por el fabricante, que deberá indicarlo en el propio absorbedor y puede llegar a ser hasta de 1,5 m.
- Flexión de la línea de anclaje horizontal. Si se utiliza una línea de anclaje horizontal, para permitir el desplazamiento en ese sentido, ya sea con cuerdas, cintas o cable metálico, en caso de caída se va a producir una flexión de la línea en una cuantía

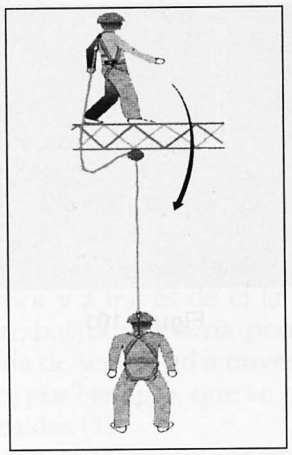


Figura 102

muy difícil de determinar (si no es por ensayo después de colocada la línea de anclaje) salvo que se haya determinado por el fabricante cuando se coloque la línea en las condiciones por él indicadas.

- Altura de la máquina o instalación más alta que esté bajo la zona de trabajo. Si es una zona de circulación de carretillas, la altura de la carretilla más alta, o con la carga más alta. Si es una zona de paso de personas, altura del trabajador (mínimo 2 m).
- Distancia adicional de seguridad (entre 0,5 y 1 m).

En cualquier caso, la altura libre podrá reducirse actuando sobre los parámetros anteriormente mencionados, como por ejemplo, colocando puntos de anclaje rígidos ubicados por encima de la cabeza del operario, reduciendo todo lo posible la longitud de los elementos de amarre, impidiendo el paso bajo la zona de trabajo...

Cuando se realizan trabajos en cubiertas ligeras utilizando sistemas anticaídas (Figura 103) hay que tener en cuenta que en caso de rotura y caída, el trabajador podría impactar contra las máquinas o estructuras que estén bajo la cubierta. De esta manera, el sistema anticaídas que se diseñe para estos trabajos, deberá tener en cuenta la altura de estas instalaciones inferiores de forma que siempre se conserve la necesaria altura libre inferior durante la posible caída.

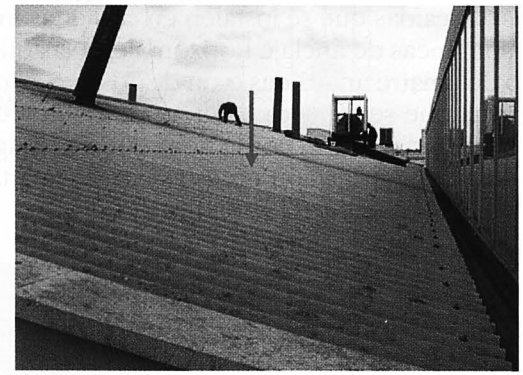


Figura 103

Efecto pendular

Deberá garantizarse también que el trabajador no se golpee contra las estructuras que se encuentren en los laterales, si se produce un péndulo como el indicado en la Figura 104. Para ello, deberá evitarse que el punto de anclaje quede por detrás del trabajador en su desplazamiento horizontal. Por lo tanto, deberá diseñarse la línea de anclaje de forma que en cada instante el punto de anclaje se encuentre lo más cerca posible de la vertical de una potencial caída.

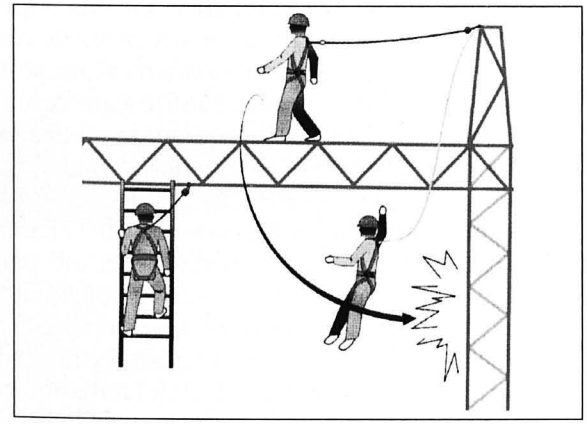


Figura 104

Los sistemas anticaídas que se instalen en cubiertas inclinadas, que habitualmente son líneas de anclaje horizontales a las que va conectado un elemento de amarre anticáidas o un dispositivo retráctil, deberán diseñarse de forma que se reduzca la altura de caída y el efecto pendular en el caso de caídas por el borde de la cubierta (Figura 105), colocando barandillas de protección en estas zonas, acortando la línea unos metros antes del borde de la cubierta,...

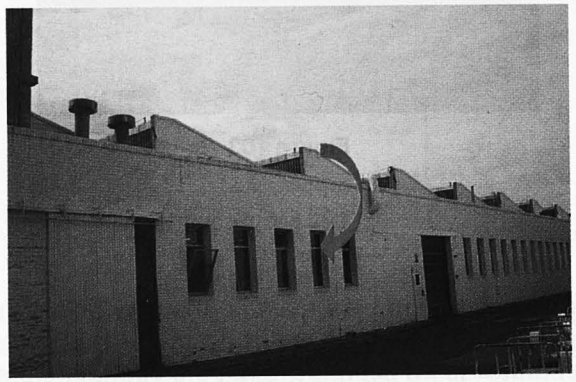


Figura 105

Posibilidad de recuperación del trabajador

Cuando se produce una caída caminando en una superficie horizontal, es muy difícil tanto que el trabajador sea capaz de recuperarse a sí mismo como, que lo recupere un compañero si no se ha previsto previamente (Figura 106). El rescate o el autorrescate de un trabajador que ha sufrido una caída y ha quedado suspendido de una estructura es una situación de emergencia inherente a este tipo de trabajos, y como tal debe ser planificada y ensayada. El personal que realiza trabajos en altura debe recibir formación sobre técnicas de rescate (Figura 107) y autorrescate (Figura 80), y disponer del material necesario para autorrescatarse o rescatar a un compañero (p.e.: cuerda adicional, descensor, bloqueador, puntos de anclaje transportables, conectores...), de forma que esta operación pueda realizarse con la agilidad y rapidez necesaria para que no se produzcan daños en la salud del trabador que ha quedado suspendido. Estos daños son consecuencia de la opresión de vasos sanguíneos por las cintas del arnés después de la caída.

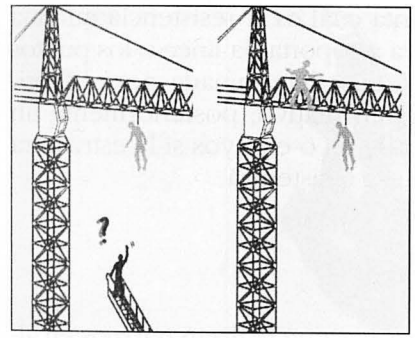


Figura 106

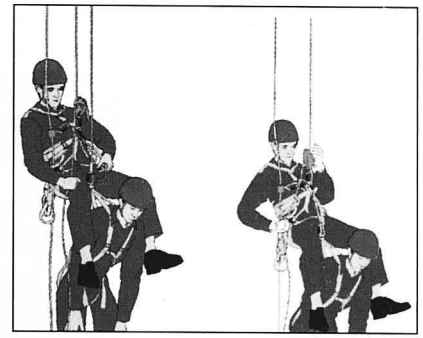


Figura 107

Selección del punto de anclaje

Tanto el sistema anticaídas como la línea o los puntos de anclaje, deberán diseñarse de forma que el trabajador tenga la posibilidad de estar protegido durante todo el tiempo que dure el trabajo, tanto durante el acceso al punto de trabajo, como durante los desplazamientos verticales u horizontales que se produzcan durante el mismo (Figuras 108 y 109).



Figura 108

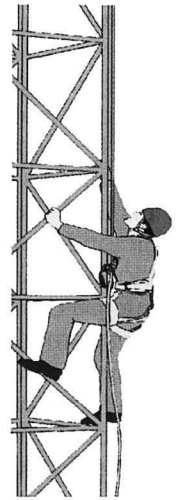


Figura 109

También habrá que tener en cuenta cuál es la resistencia mínima que se requiere en la estructura que va a soportar la línea o los puntos de anclaje. Esta resistencia mínima estará determinada por el fabricante, que la indicará en su folleto informativo; posteriormente un técnico cualificado determinará por cálculo o ensayos si la estructura que soportará el impacto dispone de esa resistencia.

Equipos de montaña-equipos de trabajo

Es habitual que muchas de las personas que realizan trabajos en altura provengan del mundo de la montaña o la escalada deportiva, especialmente en el caso de los trabajos verticales. Esto hace que frecuentemente se observe la utilización de material de montaña como equipos de protección individual para el trabajo en altura, lo que es un grave error. Hay que tener en cuenta que los EPI's se fabrican y se comercializan con unas indicaciones y limitaciones de uso, que pueden consultarse en su respectivo folleto informativo, y si fuera necesario en la norma respecto a la cual están certificados, y que los equipos para uso deportivo, de montañismo, espeleología o escalada, están certificados para la realización de esas actividades; se diseñan pensando en condicionantes que, en ocasiones, pueden ser similares a los del trabajo en altura, pero en muchas otras difieren bastante, por lo que no deberían ser utilizados salvo para la función para que fueron diseñados y aprobados.

Existe gran resistencia por parte de muchos trabajadores de altura para utilizar arneses anticaídas de trabajo, que cumplan la norma EN-361, ya que estos deben disponer de bandas sobre los hombros, pecho y espalda, y están acostumbrados a utilizar durante su actividad deportiva arneses como el de la Figura 110, certificados respecto a la norma EN-12277 como arneses de montaña. Debe entenderse que las condiciones son distintas: un escalador permanece en una pared en posición vertical y al caer lo hará normalmente en esa misma posición, en muchas ocasiones incluso, cuando sabe que la caída es inminente, salta ligeramente hacia atrás, adoptando una buena postura para la caída. Esta persona, que domina perfectamente la técnica de caída, y que mientras está escalando tiene toda su atención ocupada por esta actividad, cuando está trabajando tiene gran parte de su atención empleada en la ejecución correcta del trabajo que está desempeñando, y es posible que cuando caiga, por ejemplo fruto de un tropiezo, no pueda adoptar esa deseable posición vertical con rapidez. Esto hace

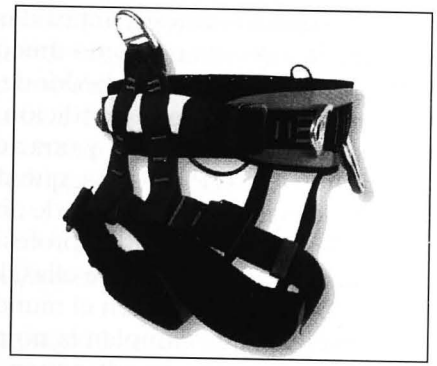


Figura 110

que sea imprescindible que el punto de enganche del arnés esté lo más alto posible con respecto al centro de gravedad de la persona (Figura 111) para conseguir cuanto antes esa posición vertical, que es lo que se consigue con los arneses anticaídas que cumplen la norma EN-361.



Figura 111

Otra clara diferencia es que los arneses anticaídas no pueden emplearse unidos a un elemento de amarre como único sistema anticaídas, sino que deben estar unidos a un absorbedor de energía, cuando en el caso de los arneses de montaña esta condición no es necesario. Se vuelve a destacar las diferencias entre una y otra actividad. En la escalada deportiva se utilizan cuerdas dinámicas, que disponen de unas muy buenas condiciones de elasticidad y poder de absorción de energía. En cambio estas cuerdas, en una actividad profesional producirían movimientos oscilantes al estar suspendido de ellas, lo que dificultaría la precisión en el trabajo. De esta manera, en el mundo laboral sólo se certifican cuerdas semiestáticas (que cumplen la norma EN-1891) que no tienen esta desventaja, pero en cambio disponen de un menor poder de absorción de energía.

Además en la actividad deportiva habitualmente los factores de caída son bajos, ya que hay una gran longitud de cuerda activa que interviene en la disipación de la energía del impacto, siendo muy difícil que aparezcan factores de caída superiores a 1, y en la mayor parte de las ocasiones son mucho menores, inferiores a 0,5, (Figura 112). En

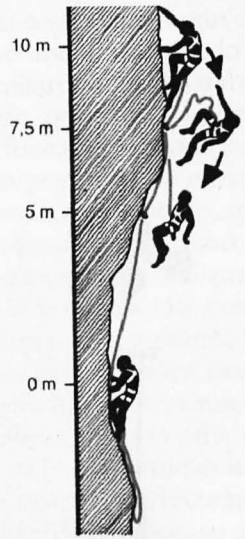


Figura 112

cambio, en el mundo del trabajo no siempre es posible encontrar un punto de anclaje adecuado por encima de la cabeza del trabajador, siendo frecuente encontrar trabajos como el de la figura 101 en el que el factor de caída es 2. Esta situación se resuelve en la normativa laboral exigiendo que en todos los casos se utilicen arneses asociados a dispositivos absorbedores de energía.

Formación específica de los trabajadores de altura

Ya se ha comentado la especial importancia del factor humano en el trabajo en altura. En el caso de la utilización de EPI's anticaídas adquiere todavía mayor relevancia, pues como se ha visto existe gran variedad de equipos diferentes con limitaciones de uso importantes, que deben ser perfectamente conocidas por los trabajadores que los utilizan. Es habitual encontrar casos en los que a un trabajador de la construcción, a un cristalero... que nunca han utilizado un arnés anticaídas, se le entrega uno de ellos sin más indicaciones que: sujétalo donde se pueda por si te caes.

Siempre que se utilicen sistemas de protección individual frente al riesgo de caídas de altura, además de que los métodos de trabajo deben haber sido diseñados por un técnico competente, es absolutamente imprescindible que los trabajadores que los vayan a utilizar estén adecuadamente formados y entrenados en su utilización y conozcan cada uno de los equipos diferentes que deban emplear, así como las instrucciones de uso, sus limitaciones y el cuidado y mantenimiento que se debe realizar a cada componente.

Tampoco debe confiarse si los trabajadores son expertos, y que por ello se puede prescindir de la formación. Un trabajador con mucha experiencia en el trabajo vertical en fachadas que deba realizar un trabajo en unas vigas del interior de una nave industrial, o en una cubierta ligera, puede no tener en cuenta factores como la altura libre necesaria o el efecto pendular a la hora de conectar su equipo anticaídas y tener un grave golpe contra una estructura inferior o lateral en caso de caída (en el trabajo vertical en fachadas no suelen existir este tipo de estructuras). Cada tipo de trabajo diferente tiene distintas peculiaridades, y la formación debe ser específica en cada caso.

Tampoco se puede terminar este apartado sin volver a incidir en la importancia de planificar y dotar de los medios necesarios para recuperar a un trabajador que queda suspendido de una estructura después

de una caída, especialmente importante en los trabajos en estructuras horizontales. Los trabajadores deben disponer de formación específica en las técnicas de rescate y autorrescate y en el uso de los dispositivos que se utilizan para este fin. La formación deberá ser teórica y práctica, de tal manera que el trabajador esté suficientemente entrenado cuando tenga que afrontar una situación de emergencia, para poder actuar con rapidez y eficacia.

Instrucciones de uso y marcado de los EPI's anticaídas

Todos los EPI's anticaídas deben ser suministrados por sus fabricantes con un folleto informativo. El contenido de este folleto informativo está definido en la norma EN-365, cuyos requerimientos más importantes son los siguientes:

- Las instrucciones estarán escritas en la lengua del país de venta.
- Incluirán las instrucciones necesarias para su utilización correcta.
- Deberán darse instrucciones para que el punto de anclaje esté situado preferentemente por encima de la posición del usuario, el tipo de anclaje recomendado, y la resistencia mínima del anclaje.
- Indicará que el equipo no podrá ser utilizado después de una caída sin haber sido previamente devuelto al fabricante (o reparador competente) para su reparación y nuevos ensayos.
- Determinará el método de limpieza recomendado para los componentes de material textil.
- Instrucciones para el almacenamiento.
- Una instrucción para que una persona competente examine el equipo una vez al año, como mínimo.

Cada componente separable del sistema debe ser marcado de forma clara e indeleble con la siguiente información:

- Las dos últimas cifras del año de fabricación.
- La identificación del fabricante o suministrador.

Normas generales de uso y mantenimiento de los EPI's anticaídas

- Es fundamental comprobar que el equipo no se utiliza pasada su fecha de caducidad, o cuando el deterioro propio debido a su utilización (intemperie, productos químicos...) haga sospechar que sus características iniciales se han modificado.

- Asegurarse del buen estado del material observando ausencia de hilos rotos, muescas en los conectores... Nunca se utilizarán equipos con costuras descosidas o con el testigo (hilo de color) desgastado.
- Cuando se utilice el arnés, deberá comprobarse que tanto tirantes como musleras están bien ajustados.
- Siempre que pueda, se utilizarán puntos de anclaje que estén situados por encima del cuerpo del usuario.
- El equipo debe ser utilizado durante todo el tiempo que dure el trabajo, o bien mientras permanezca la posibilidad de caída de altura. No debe permanecerse ni un instante en situación de riesgo de caída sin estar conectado al sistema anticaídas.
- Nunca debe modificarse el equipo ni su instalación. Sólo el fabricante o un mantenedor que él haya autorizado pueden hacer reparaciones en un equipo. Si se descubre que alguno de los sistemas o elementos no se ajustan a nuestras necesidades, nunca podrán hacerse modificaciones en ellos, sino que habrá que buscar otros en el mercado.
- Nunca se debe volver a utilizar un equipo ni ninguno de sus componentes que hayan sufrido una caída importante, sin que un experto haya realizado una revisión de los mismos (incluyendo arnés, absorbedor, conectores, punto o línea de anclaje...).
- Un anclaje nunca será utilizado simultáneamente por más de una persona, a no ser que el fabricante haya dispuesto lo contrario en las instrucciones de uso.
- Todos los componentes deberán utilizarse y almacenarse siguiendo las recomendaciones del fabricante.
- Cada jornada, una vez terminado el trabajo, el equipo se guardará en bolsas o recipientes adecuados. En especial, los componentes textiles deberán guardarse de forma que nunca se expongan a la luz solar (rayos UVA), ni al calor o productos químicos.
- Los equipos deberán limpiarse periódicamente y cuando se ensucien, siempre utilizando los productos recomendados en los folletos informativos y siguiendo sus insrucciones.
- Las cuerdas y cintas se almacenarán enrolladas, siempre secas o, en su defecto, se secarán en el almacén.
- Los muelles de los mosquetones y los ejes de los elementos mecánicos se engrasarán periódicamente.
- Deberán sustituirse los equipos cuando hayan sobrepasado su fecha de caducidad. En el caso de utilizaciones continuas o en

ambientes agresivos, esta sustitución tendrá que ser mucho más frecuente, dependiendo del uso y de las especificaciones del fabricante.

- Una persona competente deberá examinar los equipos con la periodicidad que estime el fabricante, que no será superior a un año.

LISTA DE NORMAS EN

Lista de normas armonizadas sobre EPI's para trabajo en altura (Utilizables para el trabajo en altura)

UNE-EN-341:1997	Equipos de protección individual contra caída de alturas. Dispositivos de descenso.
UNE-EN-353-1:2002	Equipos de protección individual contra caída de alturas. Parte 1: Dispositivos anticaídas deslizantes con línea de anclaje rígida.
UNE-EN-353-2:2002	Equipos de protección individual contra caída de alturas. Parte 2: Dispositivos anticaídas deslizantes con línea de anclaje flexible.
UNE-EN-354:2002	Equipos de protección individual contra caída de alturas. Elementos de amarre.
UNE-EN-355:2002	Equipos de protección individual contra caída de alturas. Absorbedores de energía.
UNE-EN-358:2000	Equipos de protección individual para sostener en posición de trabajo y prevención de caídas de alturas. Sistemas de sujeción.
UNE-EN-360:2002	Equipos de protección individual contra caída de alturas. Dispositivos anticaídas retráctiles.
UNE-EN-361:2002	Equipos de protección individual contra caída de alturas. Arneses anticaídas.
UNE-EN-362:2005	Equipos de protección individual contra caída de alturas. Conectores.
UNE-EN-363:2009	Equipos de protección individual contra caída de alturas. Sistemas anticaídas.
UNE-EN-364AC:1994	Equipos de protección individual contra caída de alturas. Métodos de ensayo.
UNE-EN-365:2005	Equipos de protección individual contra caída de alturas. Requisitos generales para instrucciones de uso y marcado.

UNE-EN-397:1995	Cascos de protección para la industria.
UNE-EN-397/A1:2000	Cascos de protección para la industria.
UNE-EN-795:1997	Protección contra caída de alturas. Dispositivos de anclaje. Requisitos y ensayos.
PNE-EN-795/A1:2001	Protección contra caída de alturas. Dispositivos de anclaje. Requisitos y ensayos.
UNE-EN-813:2009	Equipos de protección individual para la prevención de caídas alturas. Arneses de asiento.
UNE-EN-1868:1997	Equipos de protección individual contra caída de alturas. Lista de términos equivalentes.
UNE-EN-1891:1999	Equipos de protección individual contra caída de alturas. Cuerdas trenzadas con funda, semiestáticas.
UNE-EN-12841:2007	Equipos de protección individual contra caídas. Sistemas de acceso mediante cuerda. Dispositivos de regulación de cuerda.

Lista de normas armonizadas sobre EPI's para montañismo, alpinismo y escalada (Que no se deben utilizar para el trabajo en altura)

UNE-EN-568:2008	Equipos de alpinismo y escalada. Anclajes para hielo. Requisitos de seguridad y métodos de ensayo.
UNE-EN-892:2005	Equipos de montañismos. Cuerdas dinámicas. Requisitos de seguridad y métodos de ensayo.
UNE-EN-958:2007	Equipos de alpinismo y escalada. Sistemas de disipación de energía para uso en escalada vía Ferrata. Requisitos de seguridad y métodos de ensayo.
UNE-EN-959:2007	Equipos de alpinismo y escalada. Anclajes para roca. Requisitos de suguridad y métodos de ensayo.
UNE-EN-12270:1999	Equipos de alpinismo y escalada. Cuñas. Requisitos de seguridad y métodos de ensayo.
UNE-EN-12275:1999	Equipos de alpinismo y escalada. Mosquetones. Requisitos de seguridad y métodos de ensayo.

UNE-EN-12276:1999	Equipos de alpinismo y escalada. Anclajes mecánicos. Requisitos de seguridad y métodos de ensayo.
UNE-EN-12277:2007	Equipos de alpinismo y escalada. Arneses. Requisitos de seguridad y métodos de ensayo.
UNE-EN-12278:2007	Equipos de alpinismo y escalada. Poleas. Requisitos de seguridad y métodos de ensayo.
UNE-EN-12492:1997	Equipos de montañismo. Cascos para montañeros. Requisitos de seguridad y métodos de ensayo.
UNE-EN 564:2007	Equipos de alpinismo y escalada. Cuerda auxiliar. Requisitos de seguridad y métodos de ensayo.
UNE-EN 565:2007	Equipos de alpinismo y escalada. Cinta. Requisitos de seguridad y métodos de ensayo.
UNE-EN 566:2007	Equipos de alpinismo y escalada. Anillos de Cinta. Requisitos de seguridad y métodos de ensayo.
UNE-EN 567:1997	Equipos de alpinismo y escalada. Bloqueadores. Requisitos de seguridad y métodos de ensayo.
UNE-EN 568:2008	Equipos de alpinismo y escalada. Anclajes para hielo. Requisitos de seguridad y métodos de ensayo.
UNE-EN 569:2007	Equipos de alpinismo y escalada. Pitones. Requisitos de seguridad y métodos de ensayo.

Otras normas (salvamento y restate, etc.)

UNE-EN 1496:2007	Equipos de protección individual contra caídas. Dispositivos de salvamento mediante izado.
UNE-EN 1497:2008	Equipos de protección individual contra caídas. Arneses de salvamento.
UNE-EN 1498:2007	Equipos de protección individual contra caídas. Lazos de salvamento.

6. BIBLIOGRAFÍA

Redes de protección y sus sistemas de fijación.
Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo.
Protección colectiva frente a caídas de altura.
Consejo Aragonés de Seguridad y Salud Laboral.
Diputación General de Aragón.
Instrucciones sobre seguridad: construcción.
Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo.
Guía de seguridad para trabajos en altura.
Instituto Vasco de Seguridad y Salud Laborales. Osalan.
Servicio Central de Publicaciones del Gobierno Vasco.
Trabajos en superficies elevadas.
ENRESA.
Normas UNE-EN.

4

Herramientas manuales

Actualizado por CARLOS LEGAZ ARRESE

1. INTRODUCCIÓN

En plena era de la automatización, las herramientas manuales siguen siendo imprescindibles para realizar una gran cantidad de trabajos, sobre todo en los sectores de la industria, agricultura y construcción, aunque también son muy usadas en el ámbito doméstico y el escolar, por lo que las herramientas se han convertido en elementos de uso frecuente.

La familiaridad que habitualmente se tiene con ellas, unida al aparente aspecto inofensivo de las mismas, es lo que las hace más peligrosas de lo que en un principio puede parecer.

2. ACCIDENTABILIDAD CON LAS HERRAMIENTAS MANUALES

De forma general, a los accidentes originados por las herramientas manuales, no se les presta la debida atención desde un punto de vista preventivo, fundamentalmente por la idea de la escasa gravedad de las lesiones que producen, así como por la influencia del factor humano como causa del accidente, lo que hace que su prevención sea más difícil de abordar que si fuese una causa técnica.

Según se recoge en las Estadísticas de Accidentes de Trabajo que anualmente publica el Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales, se puede afirmar que aproximadamente el 9% del total de accidentes de trabajo se han producido interviniendo las herramientas manuales, constituyendo el 4% de los accidentes graves y el1% de los accidentes mortales.

Por tanto, las herramientas manuales representan el 9% de todos los accidentes con baja que se producen en España, superando como causa de accidente a las máquinas que intervienen en el 6,3% de todos los accidentes con baja.

Los riesgos más importantes consisten, sobre todo, en golpes y cortes en las manos u otras partes del cuerpo, lesiones oculares por proyecciones, esguinces por gestos violentos y enfermedades profesionales por uso repetido de la herramienta.

Las causas más comunes que motivan esta accidentabilidad son:

- No seleccionar la herramienta correcta para el trabajo a realizar.
- Uso de herramientas defectuosas.
- Uso de herramientas de mala calidad o mal diseñadas.
- Uso de herramientas mecánicas manuales antiguas y no adaptadas con los medios de seguridad exigidos actualmente.
- Falta de formación adecuada en el uso de las herramientas.
- Uso incorrecto de las herramientas.
- No usar los equipos de protección individual necesarios y adecuados.
- Transporte de herramientas de forma incorrecta.
- Mal almacenamiento de las herramientas.
- Inexistencia de un programa de revisiones periódicas.

3. CRITERIOS TÉCNICOS Y LEGALES DE REFERENCIA

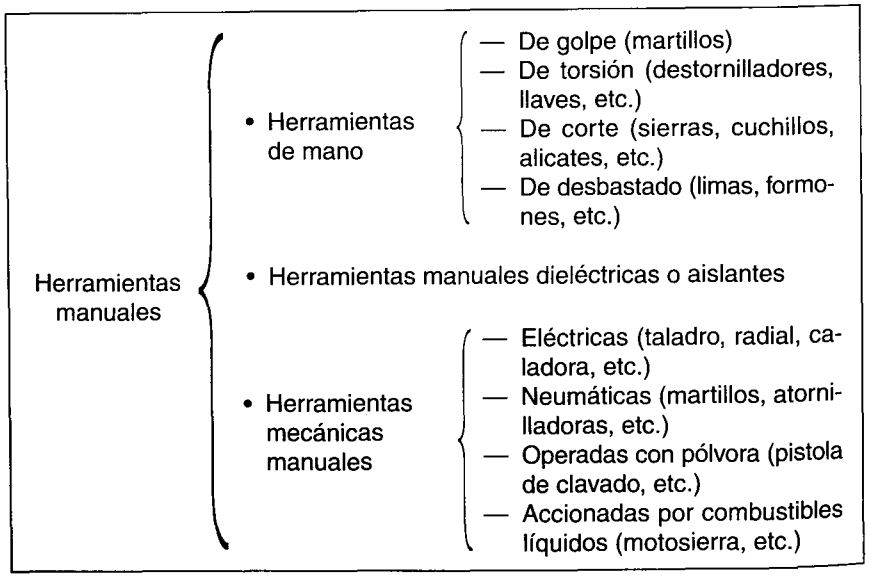
- Ley 31/1995, de 8 de Noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales (BOE 10.11.1995).
- RD 1644/2008, de 10 de octubre, por el que se establecen las normas para la comercialización y puesta en servicio de las máquinas..

- RD 1215/1997, de 18 de Julio. Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo (BOE 7/8/1997).
- Directiva 2009/104/CE de 16 de Septiembre de 2009 relativa a las disposiciones mínimas de seguridad y de salud para la utilización por los trabajadores en el trabajo de los equipos de trabajo.
- RD 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión (BOE 18/9/2002).
- RD 614/2001 sobre protección de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.
- RD 773/1997 sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
- RD 1627/1997 sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- RD 486/1997, de 14 de Abril. Disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo (BOE 23.4.1997).
- Normas UNE-EN 50144-1/A1:2003; UNE-EN 50144-1/A2:2004; UNE-EN 50144-1:1996; UNE-EN 50144-1:2001: Seguridad de las herramientas manuales portátiles accionadas por motor eléctrico. Requisitos generales.
- Norma UNE-EN 50144-2-13: Seguridad de las herramientas portátiles accionadas por motor eléctrico. Requisitos particulares para clavadoras.
- Norma UNE-EN 60745-2-1:2005/A1:2009: Herramientas manuales eléctricas accionadas por motor eléctrico – Seguridad. Parte 2-1. Requisitos particulares para taladradoras y taladradoras de impacto.
- Norma UNE-EN 60745-2-5:2007: Herramientas manuales eléctricas accionadas por motor eléctrico – Seguridad. Parte 2-5. Requisitos particulares para sierras circulares.
- Norma UNE-EN 60745-2-11:2004/A1:2009: Herramientas manuales eléctricas accionadas por motor eléctrico – Seguridad. Parte 2-5. Requisitos particulares para sierras alternativas (sierras caladoras y sierras sable).

- Norma UNE-EN ISO 12100-1:2004: Seguridad de las máquinas. Conceptos básicos, principios generales para el diseño. Parte 1: Terminología básica, metodología.
- Norma UNE-EN ISO 12100-2:2004: Seguridad de las máquinas. Conceptos básicos, principios generales para el diseño. Parte 2: Principios técnicos.
- Norma UNE-CR 1030: Vibraciones mano-brazo. Directrices para la reducción de los riesgos por vibraciones.
- Norma UNE-EN 60900: Herramientas manuales para trabajos en tensión hasta 1000 V en corriente alterna y 1500 V en corriente continua.

4. CLASIFICACIÓN DE LAS HERRAMIENTAS MANUALES

La clasificación de las herramientas manuales que se va a seguir en este capítulo es la siguiente:



Herramientas de mano

Dentro de este grupo se encuentran todas las herramientas en las que únicamente se emplea la fuerza humana para su uso (martillos, destornilladores, alicates, cinceles, llaves, sierras, limas, formones, cuchillos, cizallas, hachas, tenazas, etc.).

Herramientas manuales aislantes

Son aquellas que se utilizan en trabajos eléctricos en instalaciones de baja tensión (alicates, destornilladores, corta-alambres, etc.), las cuales deben estar dotadas de un aislamiento de seguridad adecuado a la tensión en la que se van a emplear.

Herramientas mecánicas manuales

Son aquellas herramientas que son soportadas durante su funcionamiento normal, y su accionamiento puede ser eléctrico, neumático, por combustibles líquidos u operadas por pólvora.

5. NORMAS DE SEGURIDAD GENERALES

La accidentabilidad que se produce de forma repetida durante el uso de herramientas manuales, permite agrupar las normas generales a tener en cuenta con todas las herramientas en los siguientes puntos.

5.1. Elección de la herramienta

El proceso de elección de la herramienta abarca 2 fases:

- En la primera fase, es la empresa la que debe elegir la herramienta entre todas las que existen comercialmente. La persona que efectúa la compra debería conocer el trabajo que han de realizar las herramientas y junto a los criterios funcionales de la herramienta se deberían tener en cuenta los criterios preventivos tanto de seguridad como de ergonomía, con objeto de garantizar que el manejo de dicha herramienta no va a generar accidentes y daños durante su uso. Para asegurar que en la compra de la

herramienta se van a tener en cuenta estos criterios preventivos, debería existir una relación de las exigencias mínimas de seguridad y ergonomía para cada tipo de herramienta.
- En la segunda fase es el trabajador el que debe seleccionar la herramienta adecuada para el trabajo que va a ejecutar. Para que esta elección sea acertada desde un punto de vista preventivo de la seguridad, el trabajador deberá tener una formación adecuada que le permita valorar cuál es la herramienta más idónea para acometer el trabajo.

Los criterios generales mínimos a tener en cuenta para elegir la herramienta son:

- Las herramientas mecánicas deben disponer del Marcado CE.
- Las herramientas mecánicas tendrán el pulsador ubicado y diseñado contra accionamientos involuntarios.
- Las herramientas deben ser de material de buena calidad, especialmente las de choque, que deben ser de acero cuidadosamente seleccionado, fuertes para soportar golpes sin mellarse o formar rebordes en las cabezas, pero no tan duro como para astillarse o romperse. Las herramientas de mala calidad en pocos usos serán inservibles y el riesgo de accidente se incrementa mientras se usan, ya que son más fácilmente deformables, generan mayor proyección de partículas, pierden antes su filo, etc.
- Se deben tener en cuenta los criterios ergonómicos especificados en el punto 6.
- En herramientas mecánicas, es importante que el nivel de ruido emitido sea el menor posible.
- El mango de una herramienta es muy importante, ya que es el punto de unión entre el trabajador y la herramienta. El material de la superficie de las empuñaduras debe tener un elevado coeficiente de fricción, que facilite la sujeción; además se intentará que no tenga una dureza excesiva y que absorba la energía y vibración transmitida desde la herramienta (p. ej.: Es mejor un mango de madera que uno metálico, ya que al tener más coeficiente de fricción es más difícil que se resbale y al ser menos duro, transmite menos las vibraciones y el golpe).
- Tanto la herramienta como sus mangos tendrán la forma, peso y dimensiones adecuadas para ser manejadas manualmente, es decir deben ser ergonómicas, adaptándose al trabajador que las va a manejar.

- Es recomendable que la herramienta disponga de bordes-retenedores en su parte frontal (Figura 1) para que actúen como una barrera contra los deslizamientos, así como, para que reduzcan los movimientos de la mano y permitan hacer más fuerza.
- Se recomienda que los mangos de las herramientas sean de materiales de baja conductividad térmica: goma, madera o plástico. El metal tiene una conductividad térmica y eléctrica muy elevada y puede ser peligroso.
- En las zonas con riesgo de atmósferas explosivas o cerca de líquidos inflamables, se deben utilizar herramientas antichispas (herramientas fabricadas con materiales que no generan chispas durante su uso, generalmente aleaciones de cobre-berilio, plástico, aluminio o madera).
- En trabajos eléctricos se utilizarán herramientas con aislamiento adecuado.

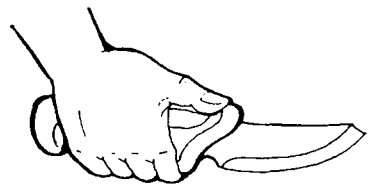


Figura 1

5.2. Durante el uso

Es necesario inspeccionar las herramientas diariamente antes de usarlas, revisando la fijación del mango y su correcto estado, el filo, posibles deformaciones, desgastes y fijación de las uniones. Si presentan cualquier deficiencia, se deben retirar para ser reparadas o sustituirse por otra.

Las herramientas no deben utilizarse para fines distintos de los previstos, ni deben sobrepasarse las prestaciones para las que están diseñadas.

Área de trabajo

- El nivel de iluminación debe ser adecuado a las exigencias visuales de la tarea y al riesgo de accidente que conlleva.
- El suelo debe ser liso, uniforme y no resbaladizo.

Posición de trabajo

- Asegurarse de que la postura adoptada para efectuar el trabajo es estable, con un buen apoyo para los pies.
- Preferentemente se debería conseguir manejar la herramienta con los codos a 90º y el antebrazo en posición horizontal. La muñeca debe permanecer en posición neutra (Figura 8).
- Asegurarse de que hay un espacio adecuado para realizar la operación. Especialmente durante el uso de herramientas mecáncias (radial, motosierra, taladro, etc.) es importante que el espacio sea suficiente para que, si se produce un rebote de la herramienta o un deslizamiento, el trabajador lo pueda amortiguar antes de que haga contacto con su cuerpo.

Utilización de tornillos de banco

La utilización de tornillos de banco para sujetar el objeto que se va a trabajar ofrece varias ventajas:

- Permite que el trabajador utilice ambas manos (Figura 2 y Figura 35) para manejar la herramienta.
- Impiden el deslizamiento del material, y por tanto reducen la posibilidad de que se resbale la herramienta.
- Reducen la posibilidad de que al trabajar con herramientas mecánicas, se proyecte rebotada la pieza y la herramienta.
- Permiten mantener una postura correcta durante la realización del trabajo.

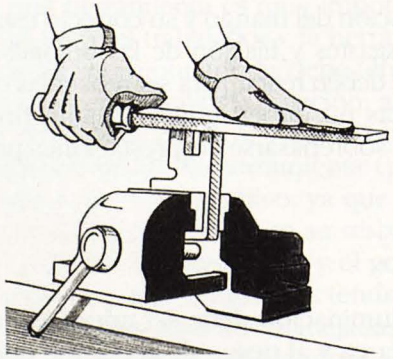


Figura 2

Es importante acoplar la mordaza portátil adecuada para el material a sujetar (madera, plástico, tubo redondo, etc.).

Utilización de suspensores para la herramienta

Los suspensores (Figura 3) son unos dispositivos que constan de: una sirga, de la que se cuelga la herramienta; de un tope mecánico para regular la altura de la herramienta y de un tambor de enrrollamiento con un muelle que recoge automáticamente la sirga de la que va colgada la herramienta.

La utilización de suspensores es recomendada cuando la operación con la herramienta se realiza de forma repetida en un mismo sitio, y especialmente cuando la herramienta pesa más de 3 kg o tiene un par de apriete superior a 50 Nm.

Las ventajas que ofrecen son:

- El peso de la herramienta lo soporta el suspensor y no el trabajador (Figura 4).
- El tiempo que se empuña la herramienta es menor, al no tener que llevarla, dejarla y tomarla de un soporte.

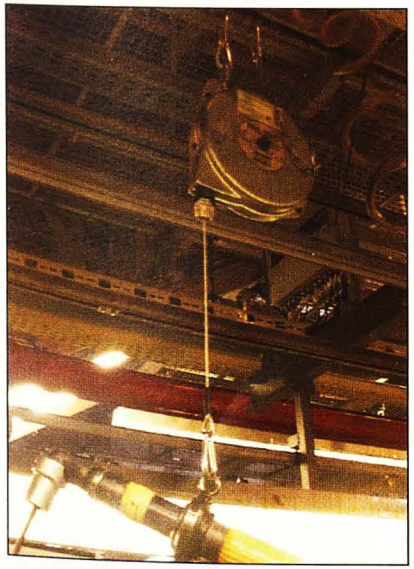


Figura 3

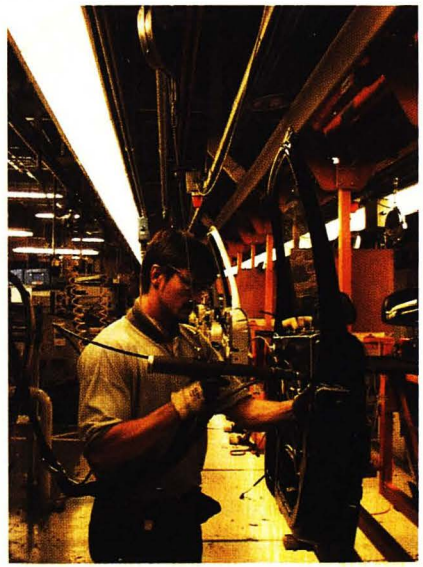


Figura 4

- Se evitan mangueras de alimentación por el suelo, mejorando el orden en el puesto de trabajo y reduciendo el riesgo de tropiezo.
- Se elimina el riesgo de la caída de la herramienta durante su uso y almacenamiento.

Los aspectos a tener en cuenta para evitar accidentes son:

- El suspensor y especialmente la sirga deben tener trimestralmente una minuciosa revisión, incluyendo las zonas que normalmente están tapadas por el tope mecánico, para asegurar que no se han deteriorado. En caso de detectar algún hilo roto, se debe cambiar la sirga.
- El tope mecánico de la herramienta se debe regular de forma que la herramienta quede a una altura en la que no exista riesgo de golpes, y que sea accesible para cogerla por todos los trabajadores.
- El gancho que coge la herramienta debe ser de seguridad.
- El gancho del suspensor debe fijarse en el centro de gravedad de la herramienta.

Utilización de los equipos de protección individual adecuados

El uso de cada una de las herramientas origina unos riesgos particulares que motivan la necesidad de usar unos equipos de protección individual. De forma general se deben utilizar:

- Gafas de seguridad para proteger de proyecciones procedentes del material trabajado o de fragmentos de la propia herramienta.
- Zapatos de seguridad cuando la herramienta pese más de 2,5 Kg. o si tiene formas puntiagudas.
- Guantes de protección adecuados al riesgo que aporta la herramienta (cortes, pinchazos, etc.) o la pieza trabajada.
- Protección auditiva para el uso de herramientas mecánicas y herramientas manuales de golpe.

5.3. Mantenimiento

El perfecto estado de las herramientas es una condición indispensable, para que, durante el uso de las mismas, el trabajador no esté expuesto a un riesgo de accidente mayor que el que tendría con la herramienta en buen estado.

Para garantizar el buen estado de las herramientas es necesario realizarles una revisión periódica. Para que esta revisión sea efectiva e independiente de la persona que la efectúa, es recomendable que exista una orden de trabajo escrita con los puntos concretos a revisar en cada herramienta. En función de la complejidad de la revisión, habrá herramientas que las puede revisar el propio trabajador y otras que requerirán la revisión por parte de un operario especializado.

Reglamentariamente, se exige a las empresas que realicen revisiones periódicas de aquellos equipos de trabajo sometidos a influencias susceptibles de ocasionar deterioros, que puedan generar situaciones peligrosas; por lo que es aconsejable llevar un control documental de las revisiones efectuadas a las herramientas.

De forma general puede decirse que las herramientas deben mantenerse bien limpias y afiladas y las articulaciones engrasadas para evitar su oxidación. En cualquier caso, para la realización de los mantenimientos tanto preventivos como reparadores de las herramientas, habrá que tener en cuenta las especificaciones del fabricante.

Nunca deben hacerse reparaciones provisionales que puedan comportar riesgos en el trabajo.

5.4. Almacenamiento

El almacenamiento adecuado de las herramientas va a ser fundamental para asegurar que no se van a producir accidentes con dichas herramientas:

- Permite encontrar la herramienta adecuada al trabajo a realizar, evitando el uso de una herramienta inadecuada.
- Garantiza la conservación de la herramienta, evitando deterioros por golpes, caídas y suciedad.
- Evita los tropiezos motivados por estar ubicadas en sitios inapropiados.
- Evita su caída sobre los trabajadores, al ser golpeada la herramienta o pisada la manguera de alimentación de la misma.
- Evita el contacto accidental con las puntas agudas o filos de las herramientas cortantes, al estar estos protegidos con las fundas adecuadas.

Las herramientas deben disponer de un lugar adecuado para su almacenamiento (Figura 5), pudiendo utilizarse estanterías, armarios, soportes especiales en el área de trabajo, tableros señalizados, etc.

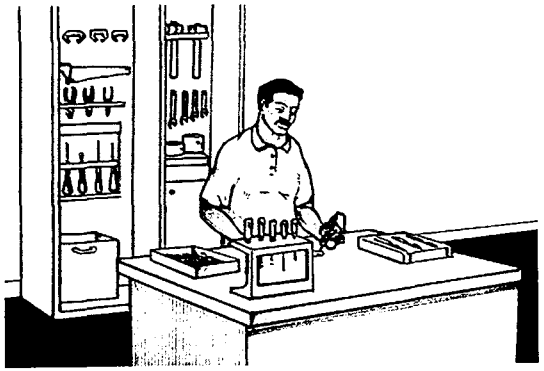


Figura 5

5.5. Transporte

Para efectuar el transporte nunca se deben llevar en los bolsillos, debiéndose utilizar cajas especiales, bolsas o cinturones porta-herramientas según las condiciones de trabajo y lo útiles empleados.

No se transportarán herramientas que de alguna forma puedan obstaculizar el empleo de las manos cuando se desplace el trabajador por escaleras, andamios, estructuras, etc. Para estos casos, se introducirán en cajas o sacos y se elevarán al lugar de trabajo usando los medios más apropiados, empleándose el mismo método para su descenso.

Las herramientas cortantes o punzantes deben transportarse con fundas adecuadas.

Está prohibido lanzar las herramientas, debiendo entregarse en la mano o transportarlas a distintos niveles con los medios adecuados.

5.6. Formación

La legislación exige a las empresas que informen de los riesgos específicos del puesto de trabajo y de las medidas preventivas a aplicar. El uso de herramientas manuales y especialmente las mecánicas, presentan riesgos que pueden tener incluso consecuencias mortales, por lo que necesariamente la empresa debe:

- Asegurarse de que al adquirir herramientas mecánicas, éstas llevan un manual de instrucciones apropiado.
- Formar a sus trabajadores para el uso de las herramientas manuales. Esta formación debe figurar en la formación de nuevos empleados.
- Realizar, a través de la supervisión, inspecciones para detectar usos inseguros de las herramientas y manipulaciones en las mismas y su modo de funcionamiento.

6. CRITERIOS ERGONÓMICOS PARA LA ELECCIÓN DE UNA HERRAMIENTA

En el diseño de las herramientas, es necesario tener en cuenta tanto aspectos antropométricos de los trabajadores como biomecánicos. La aplicación de estas técnicas al diseño de las herramientas manuales, va a ser un aspecto clave para asegurar que durante el uso de las mismas no se produzcan ni accidentes laborales, ni enfermedades profesionales motivadas por un uso continuo de las mismas. Por tanto, a la hora de elegir una herramienta manual se deben tener en cuenta los siguientes criterios técnico-ergonómicos:

- El diseño de la herramienta debe permitir que la muñeca se mantenga en una posición neutra durante su utilización (Figura 8).
- El diseño del mango debe ser de tal forma que pueda ser usado tanto con la mano derecha como con la izquierda. Esto puede permitir que el trabajador utilice alternativamente las dos manos, además hay que tener en cuenta que el 10% de la población es zurda.
- Es preferible que el recubrimiento del mango de una herramienta disponga de marcas suaves que favorezcan el agarre y la ventilación de la mano, pero no deben tener aristas o surcos definidos para los dedos.
- En las herramientas con un mango de agarre (p. ej. un martillo), es preferible que tenga una forma ovalada para evitar que se resbale, de unos 4 cm de diámetro mayor y de 2,5 cm de diámetro inferior. Si no fuera posible la utilización de mangos de forma

oval, se podrán utilizar como alternativa mangos cilíndricos de 3,8 cm de diámetro. La longitud recomendada de la zona de agarre del mango debe ser como mínimo de 10 cm.

- La distancia entre los dos mangos de una herramienta para ser usada con una sola mano debe oscilar entre 5 y 8 cm. La distancia que debe haber entre los 2 mangos en el momento que se requiere aplicar la máxima fuerza (p. ej. momento en el que se corta una brida con un alicate) es de 7,5 cm, ya que es la abertura de la mano, en la que se puede desarrollar más fuerza.(Figura 6).

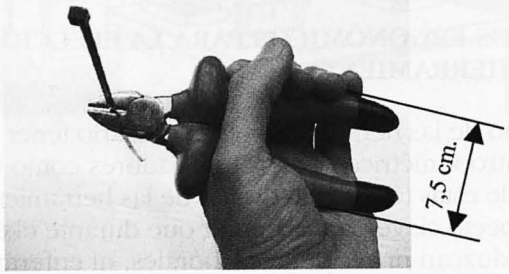


Figura 6

- Las herramientas cuya empuñadura tenga un cerramiento anterior (p.ej. una sierra) deben dejar un espacio para los nudillos o dedos que oscile entre 8 cm y 14 cm (Figura 7).

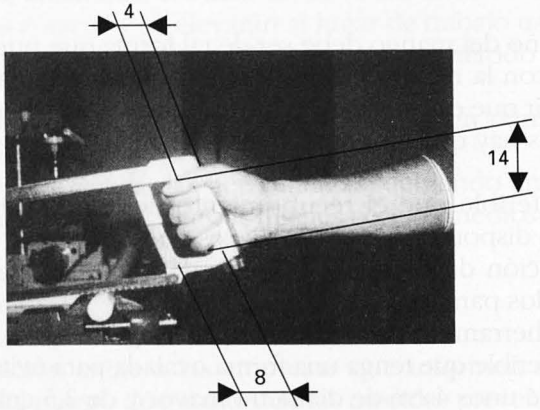


Figura 7

- Los mangos de herramientas tipo pistolas deben cumplir los siguientes requisitos:
  - — La empuñadura debe estar alineada con el centro de gravedad.
  - — El ángulo de la empuñadura y el eje de aplicación de la herramienta debe encontrarse en un rango entre 100 y 180°.

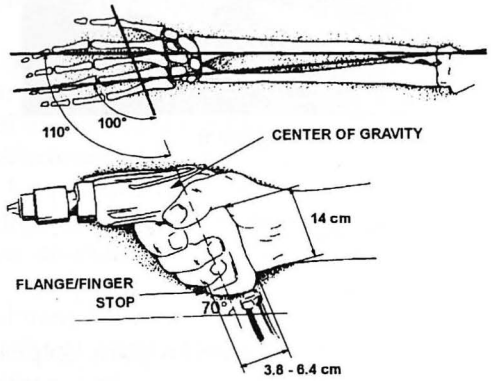


Figura 8

- La anchura antero-posterior recomendada para la empuñadura de la pistola estará entre 3,8 y 6,4 cm.
- La longitud de la empuñadura debe ser superior a 9 cm para el caso de las mujeres y superior a 11 cm para el caso de que los usuarios sean hombres.
- La empuñadura de la pistola debe ir provista de una pestaña o reborde para evitar que resbale la mano.
- Los gatillos para uno o dos dedos deben permitir su activación por el segmento medio (segunda falange) de cualquier dedo, y la distancia máxima entre el borde del gatillo y la empuñadura será de 2,5 cm (Figura 9).
- Los gatillos para el dedo pulgar son desaconsejables parar tareas u operaciones repetitivas.

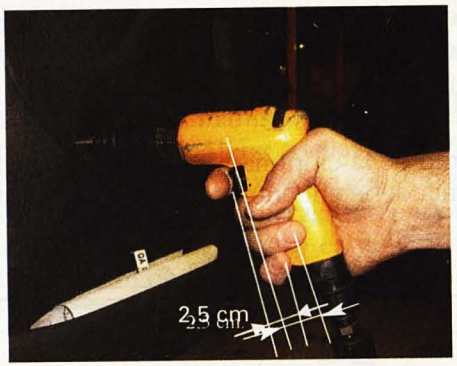


Figura 9

7. HERRAMIENTAS DE MANO

7.1. Martillos y mazos

Son herramientas de mano diseñadas para golpear; básicamente constan de una cabeza y de un mango que sirve para dirigir el movimiento de aquella.

Defectos más frecuentes

- Mango flojo, rajado o con astillas con el riesgo de que se salga la cabeza o se rompa el mango.
- Cabeza en mal estado o con rebabas, con riesgo de proyección de las mismas al golpear.
- Cabeza unida deficientemente al mango mediante cuñas introducidas paralelamente al eje de la cabeza de forma que sólo ejerza presión sobre dos lados de la cabeza (Figura 10).
- Coger el mango muy cerca de la cabeza.
- Golpear con excesiva violencia.
- Utilizar el mango para apalancar o para golpear.
- Uso de un martillo de tipo inadecuado para el trabajo a realizar (p. ej. Usar un martillo de bola para clavar clavos).
- Golpear directamente sobre materiales templados, con el riesgo de que se produzcan proyecciones.

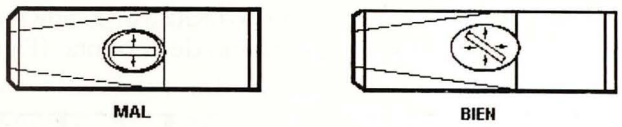


Figura 10

Medidas preventivas

- Asegurar la fijación de la cabeza al mango (en los de madera, la cuña debe estar introducida oblicuamente respecto al eje de la cabeza del martillo de forma que la presión se distribuya en todas las direcciones radiales. (Figura 10).
- Desechar los mangos que estén con astillas o rajados y los que tengan alambres de sujeción de la cabeza.
- Seleccionar un martillo de tamaño y dureza adecuados para la superficie a golpear. El diámetro de la cara que aplica el golpe debe ser al menos 1 cm. más grande que el de la cara que recibe el golpe (cincel), para reducir aún más la posibilidad de un golpe de refilón.
- Sujetar el mango por el extremo (Figura 11).



Figura 11

- Golpear sobre la superficie de impacto con toda la cara del martillo, de esta forma se distribuye la fuerza del golpe en toda la cara del martillo y se evitan daños en los bordes (Figura 12).



Figura 12

- En el caso de tener que golpear clavos, éstos se deben sujetar por la parte superior y no por el extremo de la punta. (Figura 13).



Figura 13

- No utilizar el martillo para otros usos distintos al que está diseñado.
- Es necesario el uso de gafas de seguridad, ya que uno de los graves riesgos que presenta es el de proyecciones tanto de rebabas o esquirlas del propio martillo como procedentes de la pieza golpeada.
- En trabajos que requieran un uso frecuente del martillo, es fácil superar los 87 dB (A), por lo que requerirán el uso obligatorio de protección autitiva.

7.2. Cinceles o cortafríos

Son herramientas de acero diseñadas para cortar, labrar, desbastar o marcar a golpes de martillo toda clase de materiales.

Las partes principales son la arista de corte, cuña, cuerpo, cabeza y extremo de golpeo.

Defectos más frecuentes

- Utilizar un cincel con la arista de corte en mal estado.
- Utilizar un cincel con la cabeza en mal estado (achatada, con rebabas, poco afilada o cóncava).
- Usar el cincel como palanca.
- Cincelar hacia dentro o hacia otros operarios.

Medidas de prevención

- Deben estar limpios de rebabas.
- Los cinceles deben ser lo suficientemente gruesos para que no se curven ni alabeen al ser golpeados.
- Se deben usar cinceles con una curvatura de 3 mm de radio, desechándose los cinceles en los que se observe que la cabeza adopta la forma de hongo (Figura 14).

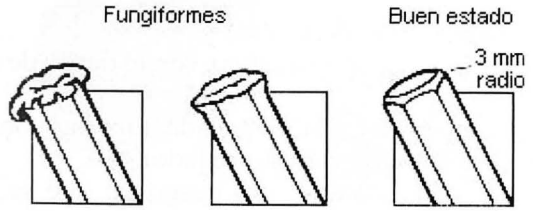


Figura 14

- Las piezas pequeñas a cincelar deben sujetarse siempre firmemente con un tornillo de banco.
- El trabajo con un cincel debe hacerse siempre en el sentido opuesto al cuerpo del trabajador.
- Usar una protección de goma para evitar golpes en la mano que sujeta el cincel o sujetarlos con las pinzas o tenazas. El uso de las pinzas es necesario cuando la persona que golpea es distinta a la que sujeta el cincel o puntero.
- La sujeción debe hacerse con el pulgar y el índice, cogiéndolo cerca del extremo superior, firmemente, pero sin apretar.
- Es necesario el uso de gafas de seguridad, ya que uno de los graves riesgos que presenta es el de proyecciones tanto de rebabas de la propia cabeza o filo del cincel como de esquirlas de la pieza golpeada.

7.3. Destornilladores

Son herramientas diseñadas para apretar o aflojar tornillos, que constan de tres partes: mango, vástago y hoja.

Una parte importante de la seguridad en el uso de esta herramienta se obtiene mediante una selección adecuada del destornillador para

el trabajo a realizar. Se escogerá el de tamaño adecuado y con la cabeza apropiada para el tornillo de que se trate (de ranura, en cruz, de estrella, etc.) de forma que encaje con el mayor ajuste posible en la cabeza del tornillo. El mal ajuste puede estropear la ranura del tornillo y la boca de ataque del destornillador, haciéndolo más inseguro para futuras utilizaciones.

Defectos más frecuentes

- Mango agrietado, astillado o roto.
- Utilizar un destornillador sin mango, con el riesgo de herir la palma de la mano.
- Hoja de ataque redondeada, o mellada. En estas condiciones es muy fácil que se escape el destornillador.
- Vástago torcido, existiendo más riesgo de que se escape del punto de trabajo.
- Trabajar manteniendo el destornillador en una mano y la pieza en otra (Figura 15).
- Uso como palanca, punzón o cincel.

Medidas de prevención

- Elección adecuada del destornillador al tornillo y al trabajo a efectuar. Cerciorarse que tanto mango, vástago y hoja están en perfectas condiciones.
- No sujetar con las manos la pieza a trabajar, sobre todo si es pequeña, ya que se corre el riesgo de sufrir lesiones si se escapa el destornillador. En su lugar debe utilizarse una superficie plana para apoyar la pieza o sujetarla con un tornillo de banco o gato (Figura 16).
- Al intentar introducir un tornillo por primera vez, el destornillador puede resbalar. Para evitar esta circunstancia, se debe perforar primero un orificio lo que reduce considerablemente la posibilidad del accidente.
- Realizar el esfuerzo de forma vertical sobre el tornillo para evitar que resbale.
- Cuando un tornillo se resiste a girar, no se debe forzar el destornillador por medio de alicates o tenazas; lo correcto es lubricar el tornillo.

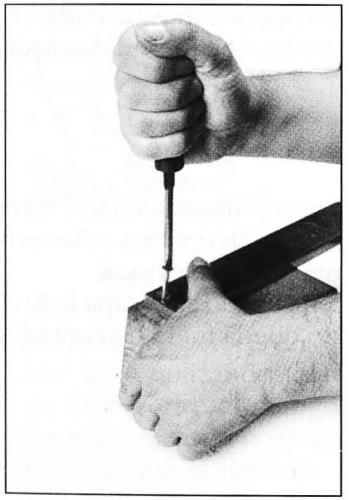


Figura 15

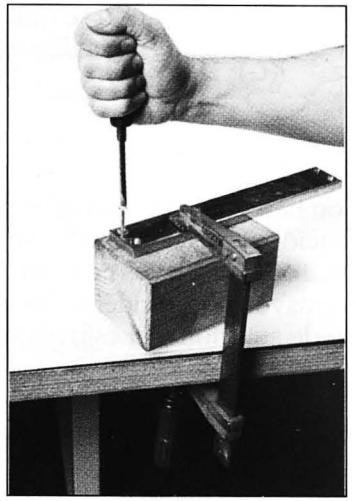


Figura 16

7.4. Alicates y tenazas

Son herramientas diseñadas para sujetar, doblar y cortar. Sus partes principales son las quijadas, cortadores de alambre, tornillo de sujeción y el mango.

Defectos más frecuentes

- Quijadas melladas o desgastadas.
- Utilización inadecuada para apretar o aflojar tuercas o tornillos. En este uso las mordazas resbalan facilmente, con riesgo de golpearse la mano y además redondean las tuercas y tornillos, lo que dificulta la posterior utilización de una llave.
- Utilización inadecuada para golpear como si fuese un martillo.

Medidas de prevención

- No colocar los dedos entre los mangos.
- No utilizarlos para cortar materiales más duros que las quijadas.

- Usar gafas cuando se utilicen para operaciones de corte.
- No usar para tareas diferentes para las que fueron diseñadas.

7.5. Llaves

Son herramientas diseñadas para apretar y aflojar tuercas y tornillos. En función de su flexibilidad se clasifican en llaves fijas y llaves regulables. Todas las llaves constan de mango, cabeza y boca.

La mayoría de accidentes se producen cuando se escapa la llave del punto de sujeción y el esfuerzo aplicado queda fuera de control.

Defectos más frecuentes

- Boca de ataque desgastada.
- Elección de una llave de menor tamaño que el adecuado para el momento de fuerzas a aplicar.
- Uso de una llave mayor que la dimensión de la tuerca y utilizar una cuña para calzar la tuerca.
- Utilización de un tubo alargador para conseguir un mayor momento de fuerzas.
- Uso como martillo o palanca.

Medidas de prevención

- No desbastar las bocas de las llaves, pues se destemplan o pierden paralelismo las caras interiores. Las llaves deterioradas no se reparan, se reponen.
- Para ejercer la fuerza a la llave es recomendable tirar hacia el cuerpo (Figura 17 y Figura 20) y no empujar hacia afuera, ya que si se escapa la llave, el brazo tiene capacidad para amortiguar el golpe si se está tirando, pero no si se está empujando. En caso de necesitar hacer la operación empujando, se hará manteniendo la mano en posición abierta para no golpearse los nudillos, en el caso de que se resbalase la llave.
- Utilizar la llave de forma que esté completamente abrazada y asentada a la tuerca y formando ángulo recto con el eje del tornillo que aprieta (Figura 18).

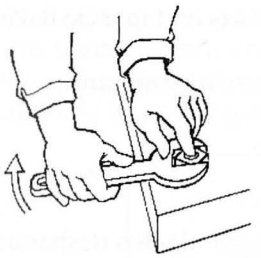


Figura 17

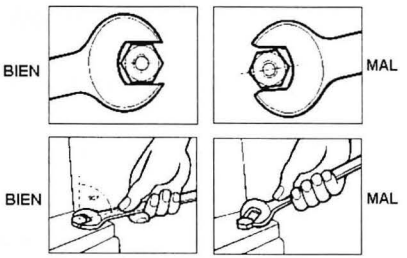


Figura 18

- No se debe sobrecargar la capacidad de una llave utilizando una prolongación de tubo sobre el mango, utilizar otra como alargador o golpearla con un martillo, ya que la llave ha sido diseñada para una determinado par de apriete y con esas actuaciones lo que se está haciendo es superarlo, con riesgo de debilitar la llave o de que ésta llegue a romperse (Figura 19).
- En el caso de usar una llave ajustable o inglesa, la mandíbula fija se colocará al lado opuesto de la dirección de empuje o tiro, de forma que la quijada que soporte el esfuerzo sea la fija (Figura 20, donde se está tirando de la llave hacia el cuerpo del trabajador).

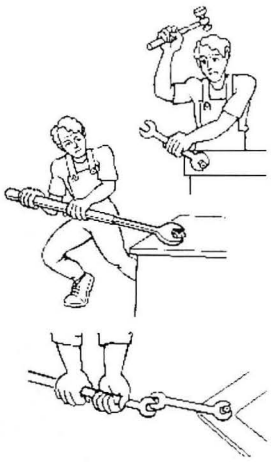


Figura 19



Figura 20

- Utilizar siempre que se pueda llaves fijas en lugar de llaves ajustables.
- Si la tuerca está agarrotada, utilizar aceite penetrante.

7.6. Limas

Son herramientas diseñadas para conformar objetos desbastándolos en frío. Se componen de cantos, cola, virola y mango.

Defectos más frecuentes

- Uso como palanca, cincel o martillo.
- Uso de una lima con los dientes muy desgastados o embotada, lo que presenta riesgo de que se resbale de la pieza a trabajar.
- Golpear la lima para desembotarla.
- Usar una lima con el mango rajado o sin mango, con riesgo de que al resbalarse se pueda clavar el extremo de la cola en la mano o muñeca (Figura 21).



Figura 21

Medidas de prevención

- Elegir la lima del tamaño y forma adecuada a la pieza a desbastar.
- Cuando una lima se embota, debe limpiarse con un cepillo de alambre, nunca golpeándola contra un objeto metálico.

- No utilizar la lima como palanca, cincel o martillo (Figura 22).
- No utilizar nunca una lima sin mango.
- Los pequeños objetos a limar deben estar sujetados por un tornillo de banco (Figura 21).

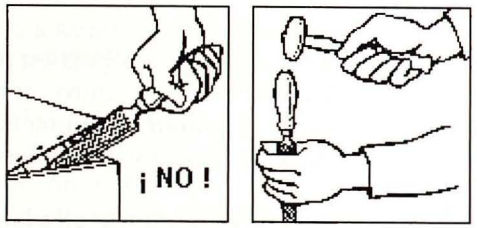


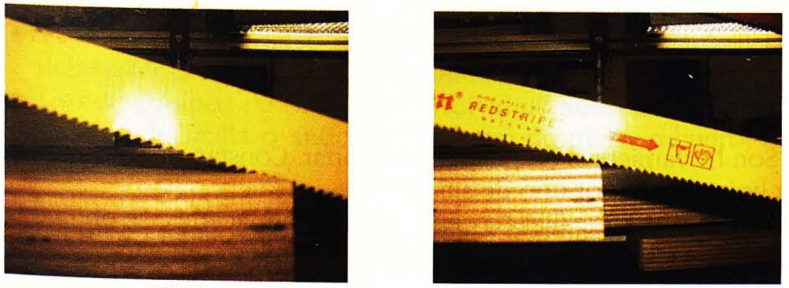
Figura 22

7.7. Sierras

Son herramientas diseñadas para cortar superficies de diversos materiales. Se componen de una hoja, un mago y una tuerca de fijación y, en algunos tipos, de un bastidor en forma de arco.

Defectos más frecuentes

- Uso de una sierra inadecuada para el material a cortar.
- Sujeción defectuosa de la hoja al mango o bastidor.
- Dientes de la sierra estropeados o mal afilados.
- Inestabilidad de la pieza a cortar
- Colocación de la hoja de corte en sentido contrario. Los dientes de sierra tienen que estar orientados hacia delante (Figura 23).



BIEN MAL

Figura 23

Medidas de prevención

- Usar una sierra adecuada a la pieza a cortar.
- Revisar el material a cortar y quitar clavos, grapas, etc., antes de empezar el corte.
- Antes de serrar, fijar adecuadamente la pieza a cortar (Figura 24).
- Mantener los dientes bien afilados y la hoja en perfecto estado.
- Cuando el material a cortar sea muy duro, antes de iniciar el corte se recomienda hacer una ranura con una lima para guiar el corte y evitar así pandeos de la hoja y movimientos hacia los lados de la sierra.
- Los primeros cortes se harán tirando de ella hacia atrás, nunca empujando, para facilitar el inicio de la hendidura que actuará como guía de la sierra.
- Deben transportarse y guardarse siempre con fundas de protección.



Figura 24

7.8. Cuchillos

Son herramientas diseñadas para cortar. Constan de un mango y de una hoja afilada por uno de sus lados.

En un estudio realizado en 96 grandes almacenes, se obtuvo la siguiente distribución de los accidentes por útiles cortantes:

- El 72% de las lesiones se produjeron cuando el cuchillo se desvió del material a cortar.

- El 27% de las lesiones ocurrieron cuando, al terminar el proceso de corte, la hoja salió del material a cortar.
- El 1% de las lesiones se produjeron al sujetar el cuchillo por la hoja de corte.

Defectos más frecuentes

- Mango flojo o con holgura.
- Falta de filo o afilado excesivo.
- Punta o filo con melladuras.
- Realizar cortes con dirección hacia el cuerpo o hacia otros compañeros.
- Realizar cortes que exijan demasiada presión (cortes de productos congelados).
- Utilizarlos como destornillador o para apalancar.
- Transportarlos en los bolsillos o almacenarlos sin funda protectora.

Medidas de prevención

- Las áreas de trabajo donde de forma habitual se utilicen cuchillos, estarán limpias, ordenadas y sin obstáculos y tendrán, a ser posible, superficie antideslizante.
- Mantener el filo afilado y las puntas redondeadas.
- Utilizar el cuchillo de forma que el recorrido de corte se realice en dirección contraria al cuerpo.
- No dejar los cuchillos mezclados con otras herramientas o tapados por trapos.
- Tanto durante el transporte como en su almacenamiento, el filo debe estar protegido mediante fundas.
- Uso de equipos de protección individual adecuados al trabajo (guante de malla o anticorte, delantal de malla o cuero, etc.) (Figura 25).

Un tipo de cuchillo muy conocido y que se utiliza en la mayoría de las empresas es el cutter. Los cutter tradicionales, debido en algunos casos a la falta de calidad y otros al uso indebido, son una causa importante de accidentes.



Figura 25

Los defectos más frecuentes y las medidas de prevención específicas para los cutter son:

Defectos más frecuentes

- Uso de cutter de mala calidad.
- Transportar y almacenar el cutter sin recoger la hoja.
- Efectuar los cortes con una longitud de hoja excesiva.
- Cortar las porciones de la hoja de corte sin emplear un método adecuado.

Medidas de prevención

- Adecuar la longitud de la hoja de corte al grosor del material a cortar y observar que es estable la hoja con dicha longitud a la hora de cortar.
- Fijar la hoja de corte a un tornillo de banco para cortar las porciones de hoja, usando gafas de seguridad para ello.
- Transportar y almacenar el cutter con la hoja recogida.

Actualmente hay empresas que fabrican una variedad muy importante de cuchillos de seguridad, que ofrecen desde este punto de vista las ventajas siguientes:

- Debido a un muelle acoplado a la hoja de corte, se produce un retroceso automático de la hoja cuando ésta deja de tener contacto con el material a cortar (Figura 26).
- El recambio de las hojas se efectúa sin necesidad de partir ninguna hoja y sin esfuerzos que impliquen riesgos de cortes.
- El anclaje de las hojas en sus elementos de fijación y guía son seguros.
- El diseño del cuerpo del cuchillo es ergonómico para adaptarse a la mano e impedir que resbale.

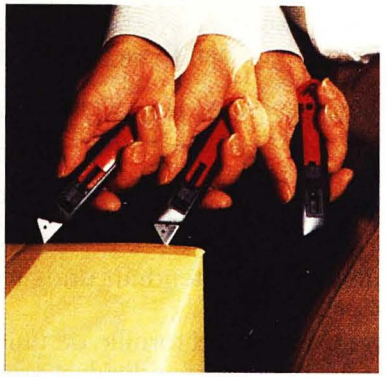


Figura 26

Otras herramientas de corte que se pueden clasificar como de seguridad, basan ésta en el alojamiento oculto de la hoja de corte, por lo que se hace imposible accidentarse con los mismos (Figura 27).

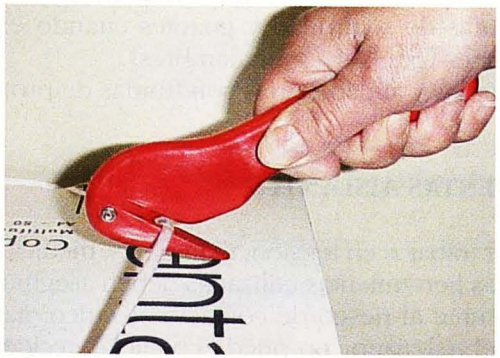


Figura 27

7.9. Tijeras

Son herramientas diseñadas para cortar distintos tipos de materiales. Constan de 2 cuerpos con filo cortante y una anilla unidos por un tornillo.

Defectos más frecuentes

- Hoja mellada o poco afilada.
- Tornillos de unión aflojados.
- Utilizar tijeras para cortar alambres u hojas de metal, no siendo aptas para ello.
- Utilizar la tijera como destornillador o para apalancar.

Medidas de prevención

- Las tijeras de cortar chapa tendrán unos topes de protección para los dedos.
- Mantener el corte afilado y el tornillo de unión apretado.
- Usar tijeras con las puntas redondeadas, si no es necesario para el trabajo que dispongan de puntas afiladas.
- Si se va a cortar un fleje, la tijera-tenaza debe estar dotada de una palanca de seguridad, para evitar que al liberar el fleje éste rebote y golpee al operario.
- Existen tijeras de seguridad, que disponen de un protector plástico que impide el contacto con la hoja de corte.
- Utilizar gafas de seguridad y guantes cuando exista riesgo de proyecciones (p. ej. al cortar alambres).
- Transportarlas y almacenarlas con fundas de protección.

8. HERRAMIENTAS AISLANTES

Para efectuar trabajos en tensión, maniobras, mediciones, ensayos y verificaciones, las herramientas utilizadas deben asegurar la protección del trabajador frente al riesgo de contacto eléctrico, garantizando, en particular, que el trabajador no pueda contactar accidentalmente con cualquier otro elemento a potencial distinto al suyo. Para ello deben ser

herramientas aisladas, elegidas teniendo en cuenta la tensión de servicio y se utilizarán, mantendrán y revisarán siguiendo las instrucciones del fabricante.

Existen dos grupos de herramientas manuales aislantes:

- *Herramientas aislantes:* Herramientas manuales fabricadas principalmente de material aislante a excepción de insertos metálicos colocados en la cabeza de trabajo o los utilizados para reforzar la herramienta, pero sin parte metálica accesible.
- *Herramientas aisladas:* Herramientas manuales recubiertas de un material aislante, para proteger al usuario de todo contacto eléctrico y para minimizar los riesgos de cortocircuitos entre dos piezas a diferente potencial.

Tanto en un tipo como en el otro se encuentran alicates, destornilladores, llaves ajustables, etc. (Figura 28).



Figura 28

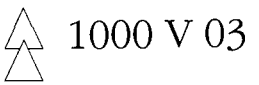
Las herramientas que poseen dos cabezas de trabajo, tales como llaves poligonales, llaves de pipa, etc. deben ser herramientas aislantes, no herramientas aisladas.

Los alicates, cuchillos, etc. deberán disponer de una guarda, para evitar el deslizamiento de la mano hacia las partes metálicas, sin aislar de la cabeza (Figura 6).

Cada herramienta llevará con caracteres indelebles las siguientes inscripciones:

- Nombre del fabricante o marca.
- Modelo.

- Año de fabricación.
- Símbolo del doble triángulo con la indicación de 1000 V.
- Para las herramientas diseñadas para muy baja temperatura (–40 °C): letra «C».



Antes de su uso, cada herramienta debe ser verificada visualmente por el usuario y anualmente se debe efectuar una verificación visual por parte de una persona cualificada para ello.

Conviene que las herramientas de mano estén correctamente almacenadas, para minimizar el riesgo de deterioro del aislamiento. Se debe evitar almacenarlas próximas a cualquier fuente de calor.

9. HERRAMIENTAS MECÁNICAS MANUALES

Son herramientas accionadas por una fuente de energía y para cuyo funcionamiento se requiere que el trabajador las sostenga con las manos.

Estas herramientas se clasifican normalmente según su fuente de energía (eléctricas, neumáticas, de combustible líquido, pólvora explosiva), originando diferencias tanto en el funcionamiento de las máquinas como en los riesgos originados. Todas ellas presentan peligros similares a una máquina fija de la misma clase, aparte de los peligros de su propia manipulación.

Estas herramientas se consideran como máquinas según la legislación Europea, por lo que es necesario que las herramientas comercializadas a partir del 1 de enero de 1995 dispongan:

- Del correspondiente Marcado CE.
- De la Declaración «CE» de conformidad, que constituye una garantía de su cumplimiento con los requisitos esenciales de seguridad y salud que le afecten.
- Manual de instrucciones en el idioma donde se comercialice la herramienta.

Hay que tener en cuenta que las herramientas mecánicas que se hayan comercializado y no dispongan del correspondiente marcado CE, se deberán adaptar a las exigencias de seguridad actuales (R.D. 1215/1997), con objeto de que se garantice la seguridad del trabajador que las va a utilizar. El uso de herramientas mecánicas antiguas, sin los debidos dispositivos de seguridad, es una de las causas de los accidentes más graves que se producen con estas máquinas.

No se recomienda que los menores de edad trabajen con algunas herramientas mecánicas, debido a su peligrosidad (motosierras, sierra circular, radial, etc.), si bien será la legislación específica la que marque la prohibición de dicho trabajo.

9.1. Riesgos derivados del uso de herramientas mecánicas

Hay una serie de riesgos que son comunes a la mayoría de las herramientas mecánicas manuales.

9.1.1. Caídas al mismo nivel

Este riesgo procede de la posibilidad de pisar o tropezar con el cable o la manguera de alimentación de la herramienta.

Las medidas preventivas que contribuyen a eliminar o reducir este riesgo son:

- Colocación de mangueras de alimentación con la longitud mínima necesaria para el trabajo.
- Colocación de carriles elevados con carros móviles para mantener colgada la manguera.
- Utilización de mangueras tipo espiral.
- Utilización de enrolladores de mangueras.
- Utilización de sistemas de distribución de aire mediante carril continuo, con puntos fijos imantados para la acometida.

9.1.2. Caída de la herramienta

El uso de una herramienta mecánica de forma continua o su uso ocasional en posiciones un poco forzadas, incrementa el riesgo de caída de la herramienta, con posibles lesiones en los pies.

De forma general sería aconsejable el uso de zapatos de seguridad en aquellos casos en los que se utilizan herramientas con pesos superiores a 2,5 kg o en aquellas herramientas de menor peso pero con formas puntiagudas.

9.1.3. Tirones y golpes debidos a pares de reacción

Fundamentalmente, son las herramientas mecánicas de apriete las que al terminar de efectuar su ciclo de apriete producen un par de reacción sobre el sistema mano-brazo que es función del par de apriete producido (Figura 29).



Figura 29

Cuando en un proceso de atornillado, la tuerca o tornillo, alcanza su par de apriete, la atornilladora genera un rebote hacia atrás que el brazo debe compensar. El brazo realiza un rápido movimiento para absorber dicho movimiento o par de reacción.

Con objeto de evitar problemas al trabajador, el par debería generarse poco a poco o estar compensado, para que los músculos estén preparados y tengan tiempo para contraerse.

Los pares de reacción, pueden provocar accidentes laborales por tirones, o enfermedades profesionales cuando el operario realiza la operación de forma repetitiva.

Las medidas preventivas que contribuyen a eliminar o reducir este riesgo son:

- Utilización de brazos articulados o manipuladores que sujeten la herramienta, de forma que el par de reacción lo absorben estos dispositivos.

- Utilización de barras de reacción (ver Figura 30, donde a una herramienta tipo pistola se le ha añadido una segunda empuñadura como barra de reacción).
- Utilización de topes para apoyar la herramienta en un punto fijo, eliminando totalmente el par de reacción (ver Figura 31, en la que las barras que se observan dentro del recuadro blanco van fijadas a la herramienta y al apoyar en un punto fijo eliminan el par de reacción).
- Utilización de máquinas hidroneumáticas que dan el par en impulsos, reduciendo de forma muy considerable el par de reacción.
- Utilización de máquinas electrónicas de control de par, quereducen la velocidad de apriete cuando finalizan la operación, por lo que se reduce el par de reacción.

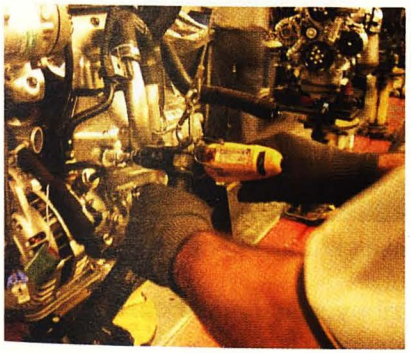


Figura 30

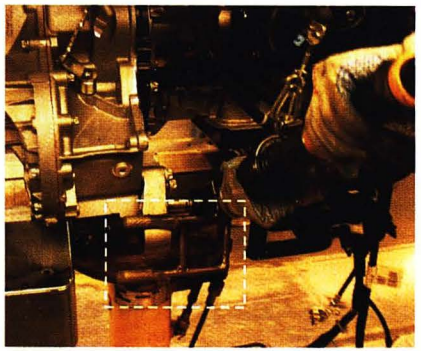


Figura 31

El sistema mano-brazo soporta más o menos par de reacción dependiendo del tipo de herramienta además de otros factores como la frecuencia de uso o la postura. Un criterio técnico que puede servir para determinar qué herramienta requiere el uso de algún mecanismo de compensación del par de reacción es el siguiente:

- Las atornilladoras neumáticas rectas con pares de apriete superiores a 4 Nm. y las electricas/electrónicas con pares de apriete superiores a 7 Nm.
- Las pistolas atornilladoras neumáticas, con pares de apriete superiores a 7 Nm y las eléctricas/electrónicas con pares de apriete superiores a 12 Nm.

- Las atornilladoras neumáticas angulares con pares de apriete superiores a 35 Nm y las eléctricas/electrónicas con pares de apriete superiores a 60 Nm.

9.1.4. Atrapamiento del guante

El uso de herramientas con útiles giratorios (vasos, bocas, machos, brocas, fresas, etc.) y el uso de guantes es incompatible en determinadas situaciones debido al riesgo de atrapamiento o arrastre del guante con el útil giratorio (Figuras 32 y 33), pudiendo producirse lesiones que van desde pequeños esguinces hasta amputaciones del dedo.



Figura 32



Figura 33

Las medidas preventivas que contribuyen a eliminar o reducir este riesgo son:

- Durante el uso del taladro y herramientas mecánicas con machos, debe estar prohibido el uso de guantes.
- En atornilladoras angulares, se debe colocar un protector (Figura 34) que evite el contacto de la mano con el vaso de atornillado o prohibir o limitar el uso de guantes.

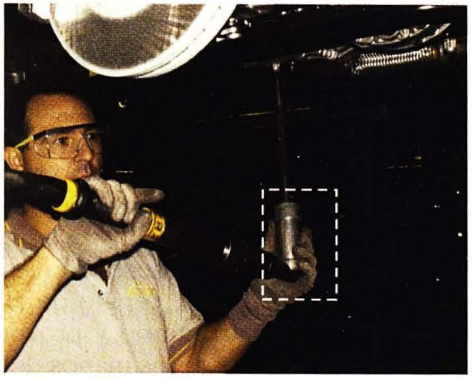


Figura 34

9.1.5. Inhalación del material trabajado

Al trabajar material con herramientas de corte o perforación, se presenta el riesgo de inhalación de polvo de dicho material, por lo que habrá que adoptar las medidas apropiadas dependiendo del material de que se trate (polvo de madera, amianto, asbesto, piedras de sílice, etc.).

9.2. Normas de seguridad generales

Hay una serie de normas que son comunes a la mayoría de las herramientas mecánicas manuales.

- Si la herramienta está equipada con una clavija que disponga de toma de tierra, deberá conectarse a un enchufe que disponga de ella.
- Las herramientas mecánicas manuales deben disponer de un interruptor marcha/paro sensitivo de forma que únicamente trabajen si se está pulsando el interruptor. El interruptor debe estar diseñado para evitar el accionamiento accidental, de forma que depositada la herramienta sobre un plano horizontal, no haya riesgo de que se ponga en funcionamiento.
- Utilizar la herramienta adecuada a la tarea a realizar.
- Con herramientas muy peligrosas (p. ej.: motosierras, sierra circular). No trabajar solo; tener a otras personas en las proximidades, de forma que puedan prestar ayuda en caso de algún accidente.

- Mantener las protecciones originales del fabricante, y no bloquearlas bajo ningún concepto.
- Antes de conectar la herramienta asegurarse de que no está siendo accionado el interruptor por otro trabajador.
- No se debe intentar limpiar el polvo o la viruta procedente del taladrado o corte con la máquina en funcionamiento.
- No perforar la carcasa de las máquinas eléctricas, pues se anulará el doble aislamiento.
- Mantener siempre el cable de alimentación separado del radio de acción de la máquina (broca, cepillo de alambre, disco de corte, etc.), ya que podría arrastrarlo y provocar un tirón que haga escapar a la herramienta de las manos del trabajador.
- No se deben llevar joyas (pulseras, cadenas, etc.) y la ropa de trabajo no debe ser holgada (evitar mangas sueltas, bufandas, etc.), de forma que se evite el posible atrapamiento por la herramienta.
- Si el trabajador/a tiene el pelo largo deberá estar adecuadamente recogido por una redecilla o gorra especial.
- La fuente de energía debe desconectarse siempre antes de cambiar cualquier accesorio o efectuar cualquier manipulación en la máquina, volviendo a colocar y ajustar los resguardos protectores antes de usar nuevamente la herramienta.
- Si se observa que el aislamiento del cable eléctrico está dañado, no se debe trabajar con la herramienta hasta que se haya sustituido.
- Mantener cables y tubos flexibles alejados de fuentes de calor, aceites y bordes afilados.
- Las personas que no manejan la herramienta pero están en sus proximidades, también tienen riesgo de sufrir accidentes (proyecciones, cortes, etc.), por lo que deberán usar los equipos de protección individual adecuados.
- Asegurar la pieza a trabajar con los medios adecuados (tornillo de banco, mordaza, gatos, etc.), con objeto de evitar que la pieza pueda salir despedida y además para permitir tener ambas manos para manejar la herramienta.
- Evitar la puesta en marcha accidental. Las herramientas con bloqueo de la posición de marcha deben desbloquearse para que no se pongan en marcha automáticamente al restablecer la alimentación.
- A no ser que esté diseñada para hacerlo, no se debe usar una herramienta mecánica en lugares con atmósferas explosivas o cerca de materiales inflamables.

- No transportar ni coger una herramienta colgando del cable o manguera de alimentación.

9.3. Herramientas eléctricas

La seguridad del trabajador que maneja una herramienta eléctrica depende de la calidad del material electromecánico de la herramienta, de su diseño y de las condiciones de utilización.

El peligro más importante al que están sometidos los usuarios de herramientas eléctricas, es el de sufrir una descarga eléctrica; siendo el grado de protección contra choques eléctricos lo que permite clasificarlas:

- CLASE I:

Son herramientas que tienen como mínimo un aislamiento funcional y que están provistas de dispositivos que unen sus partes metálicas accesibles a un conductor de protección.

El conductor de alimentación debe incluir el de protección, y la clavija para la toma de corriente debe disponer de contacto para el mencionado conductor de protección.

Las herramientas de este tipo, deben usarse siempre conectadas a circuitos con una toma de tierra adecuada y con los dispositivos de corte de alta sensibilidad, admitidos por la legislación, que controlen las fugas a tierra.

- CLASE II:

Son herramientas en las que la protección contra los contactos eléctricos se basa en la colocación de un doble aislamiento o de un aislamiento reforzado.

No llevan ningún dispositivo para unir sus partes metálicas al conductor de protección.

Hay que tener especial atención en la reparación, con objeto de conservar los aislamientos en buen estado y sustituir las piezas aislantes deterioradas por otras de igual garantía protectora.

El símbolo que informa de esta protección es .

- CLASE III:

Son herramientas en las que la protección contra descargas eléctricas se basa en la alimentación a muy bajas tensiones de seguridad, (tensiones inferiores a 50 V en c.a. o 75 V en c.c. siempre alimentadas mediante una fuente con aislamiento de protección).

Este tipo de herramientas, se usan generalmente en condiciones especiales, tales como en atmósferas húmedas, o en el interior de recintos con paredes y techos metálicas como, tales colectores de calderas, donde el riesgo de electrocución es muy alto.

9.3.1. Normativa relativa a las herramientas portátiles o de potencia

La tensión nominal de alimentación de las herramientas portátiles no excederá de 250 V, para las herramientas de corriente continua y 440 V para las demás herramientas.

Las herramientas portátiles con motor podrán ser de clase I, II o III. Las de clase II y III podrán ser utilizadas en el exterior mientras que si son de clase I y han de emplearse a la intemperie deberán ir alimentadas con un transformador separador de circuitos, para evitar contactos eléctricos indirectos.

Cuando se utilice una herramienta eléctrica en un local definido como mojado, deberá tener como sistema de protección la separación de circuitos o el empleo de muy bajas tensiones de seguridad, MBTS.

Cuando las herramientas se utilicen en lugares altamente conductores, como calderas, trabajo de hormigonado, tuberías metálicas, etc. deberán ser de clase III (24 V.) o bien irán alimentadas por un transformador separador de circuitos.

Si se va a utilizar una herramienta eléctrica en un local con riesgo de incendio o explosión, se deberá asegurar que cumple con los requisitos mínimos para la clase de emplazamiento donde se va a utilizar.

Los cables y los bornes de conexión de la herramienta, deberán estar debidamente protegidos, de forma que las partes activas permanezcan, en todo momento inaccesibles para el usuario.

Si la herramienta no está protegida con un grado de protección mínimo IP 45 no se utilizarán en lugares expuestos a proyecciones de agua, ni a la intemperie.

Las herramientas deben tener un dispositivo de anclaje que libere a los cables de esfuerzos de tracción o torsión en los lugares que estén conectados a los bornes y que proteja su revestimiento exterior de la abrasión. A la entrada de la herramienta, el cable permanentemente fijado irá provisto de un protector o guarda que evite su plegado excesivo.

9.3.2. Normas de seguridad

9.3.2.1. Antes de realizar la conexión

- Debe verificarse la conexión de la puesta a tierra si se trata de una herramienta eléctrica de la clase I.
- Se verificará el estado del cable de alimentación, sobre todo su cubierta aislante, y el buen estado de la clavija de conexión.
- Las aberturas de ventilación del motor deben estar perfectamente despejadas para evitar sobrecalentamientos.
- Comprobar el estado de la toma de corriente y del interruptor si lo hubiera.
- En caso de utilizar algún tipo de alargadera, se debe elegir la más idónea en cuando al número de fases, tipo de clavija y aislamiento.
- Es conveniente que los transformadores de seguridad y separador de circuitos, siempre se instalen fuera del recinto donde van a utilizarse las herramientas que requieran su empleo.

9.3.2.2. Al realizar la conexión

- Hay que evitar dañar los conductores eléctricos protegiéndolos de quemaduras, productos corrosivos, superficies cortantes, paso de vehículos, etc.
- Hay que evitar que los cables estén sobre superficies con líquidos que puedan favorecer las corrientes de fuga.
- No conectar bajo ningún concepto directamente los cables al enchufe.

9.3.2.3. Durante el trabajo

- Si se observa alguna anomalía como chispas, sensación de descarga eléctrica, calentamiento anormal de la herramienta, etc. se debe desconectar y advertir al encargado.

- No deben utilizarse herramientas eléctricas estando descalzos o con los pies mojados. En caso de tener que hacerlo habrá que adoptar medidas especiales.
- No se deben exponer las herramientas a la lluvia o penetración de líquidos, si éstas no tienen un grado de protección contra la penetración de agua (los aparatos de la clase II no tienen normalmente protección contra proyecciones líquidas).

9.3.2.4. Al terminar el trabajo

- Para desconectar la clavija del enchufe se debe tirar de ella y no del cable de alimentación.
- Guardar la herramienta en el lugar adecuado.
- Guardar las alargaderas enrolladas y en un lugar adecuado, para evitar su deterioro.

9.4. Herramientas neumáticas

Las herramientas neumáticas se alimentan con aire comprimido y entre ellas se encuentran las cinceladoras, los taladros, las atornilladoras, las pistolas de soplado, los martillos y las lijadoras.

Los peligros más comunes con este tipo de herramientas son:

- Las proyecciones de la pieza sobre la que se trabaja y proyecciones de algún accesorio de la herramienta. El uso de estas herramientas requiere en muchos casos el uso obligatorio de gafas de seguridad y en algún caso de pantalla facial.
- El ruido generado durante el trabajo puede superar en muchos casos los 80 db(A) y con alguna herramienta como los martillos neumáticos los 87 db(A), por lo que se requiere el uso de protección auditiva de forma recomendada u obligatoria dependiendo del nivel de ruido.
- Las vibraciones transmitidas al sistema mano-brazo.

Las medidas preventivas a tener en cuenta con este tipo de herramientas son:

- Asegurarse de que la herramienta está firmemente conectada a la manguera para evitar su desconexión. El racor de forma mural fija, debe ser macho y el de la tubería libre, hembra.

- Si la manguera de aire tiene un diámetro superior a 1,27 cm, se debe instalar una válvula de seguridad de exceso de caudal en la fuente de aire comprimido para cortar la alimentación automáticamente en caso de rotura de la manguera.
- Analizar el nivel de vibraciones que recibe el operario en trabajos con herramientas neumáticas que se realicen de forma repetida, para asegurar que están por debajo de los límites admisibles.
- Los trabajadores no deben aplicar las salidas de aire sobre si mismos, sobre otras personas o para la limpieza del puesto de trabajo.
- En determinadas herramientas como las cinceladoras, deben disponer de un retenedor que impida que el cincel salga despedido.
- Usar gafas de seguridad durante el uso de pistolas de soplado, cinceladoras, martillos, etc.

9.5. Herramientas accionadas por combustible

Las herramientas accionadas por combustible utilizan normalmente pequeños motores de combustión interna de gasolina. Los peligros específicos que entraña el uso de estas herramientas son los vapores de combustible, que pueden arder o explotar y la emisión de gases de escape nocivos.

El trabajador tiene que ser cuidadoso y manipular, transportar y almacenar el combustible sólo en recipientes homologados para líquidos inflamables, de acuerdo con procedimientos apropiados.

Antes de rellenar el depósito de una herramienta de este tipo, el trabajador debe parar el motor y esperar a que se enfríe para evitar la inflamación accidental de los vapores.

El arranque de la herramienta se debe producir a una distancia mínima de 3 m del lugar donde se ha recargado el combustible.

Si se utiliza una herramienta accionada por combustible en un recinto confinado, es necesario un procedimiento específico para dicho trabajo, garantizando en cualquier caso una ventilación eficaz o el uso de un equipo de protección para evitar la exposición al monóxido de carbono. En estos trabajos se debe garantizar la existencia de extintores en la zona.

9.6. Herramientas accionadas por pólvora explosiva

Son herramientas que funcionan como una pistola cargada y deben tratarse con el mismo respeto y precauciones.

Es esencial una protección adecuada para oídos y cara.

El extremo de la boca de la herramienta debe tener un escudo protector perpendicular al cañón para proteger al usuario contra fragmentos o partículas proyectadas cuando se dispara la herramienta.

Para evitar que la herramienta se dispare accidentalmente se deben requerir dos movimientos distintos para el disparo: uno para poner la herramienta en posición y otro para accionar el gatillo. Las herramientas no deben poder funcionar sin que estén apoyadas contra la superficie de trabajo con una fuerza mínima superior a 2,5 kg con respecto al peso total de la herramienta. La anulación del gatillo de la herramienta mediante cinta aislante o con el propio dedo del operador es causa de muchos accidentes, al entrar en contacto la boca de la pistola con una parte del cuerpo del trabajador (p. ej.: mantener el gatillo pulsado y agacharse para coger algo del suelo, tocando con la pistola una parte del cuerpo).

Las medidas de seguridad a tener en cuenta en el uso de una herramienta accionada por pólvora son los siguientes:

- Las herramientas accionadas por pólvora no deben utilizarse en atmósferas inflamables o explosivas, excepto autorizaciones especiales.
- Antes de usar la herramienta, el trabajador debe inspeccionarla para determinar que: está limpia, que todas las piezas móviles funcionan libremente y que el cañón no está obstruido.
- La herramienta no debe colocarse nunca de manera que apunte a alguien.
- La herramienta no debe cargarse si no va a ser utilizada inmediatamente, si se ha cargado y no se utiliza, se debe volver a descargar.
- Las manos han de mantenerse alejadas de la boca del cañón.
- Si falla el disparo de una herramienta accionada por pólvora, el usuario debe esperar al menos 30 segundos antes de repetir el disparo. Si sigue sin producirse el disparo, deberá esperar al menos otros 30 segundos para que disminuya la probabilidad de explosión del cartucho defectuoso, y deberá retirar después la carga con cuidado. El cartucho defectuoso se introduce en agua o se desecha de una manera segura de acuerdo con los procedimientos establecidos por la empresa. En cualquier caso habrá que tener en cuenta las instrucciones definidas por el fabricante de la pistola en su manual de instrucciones.

Al utilizar herramientas accionadas por pólvora para aplicar elementos de fijación, se deben adoptar las siguientes precauciones:

- No disparar elementos de fijación (p. ej. clavos) sobre materiales que puedan ser atravesados por aquellos.
- No disparar elementos de fijación sobre materiales como ladrillos u hormigón a menos de 7,6 cm de un borde o esquina, y si se trata de acero, esa distancia no será inferior a 1,27 cm.
- No disparar elementos de fijación sobre material muy duro o frágil que se pueda romper, fragmentar o hacer rebotar el elemento de fijación.
- No disparar elementos de fijación sobre una zona astillada creada por una fijación incorrecta.

9.7. Herramientas mecánicas manuales más comunes

9.7.1. Sierra circular

Se trata de una herramienta muy peligrosa, utilizada para el corte de madera, plásticos duros, etc.; la herramienta únicamente permite cortes rectos.

Debe disponer de los medios de protección siguientes (Figura 35):

1. Protector superior que cubra toda la hoja de la sierra.
2. Protector retraible inferior que debe cubrir los dientes de la sierra excepto cuando están en contacto con el material que se está trabajando. Este protector inferior debe volver automáticamente a la posición de cobertura al dejar de tener contacto la sierra con el material trabajado.
3. Cuña de partir o separar, que sirve para mantener separadas las dos partes de la madera resultantes del corte. Esta cuchilla es ne-

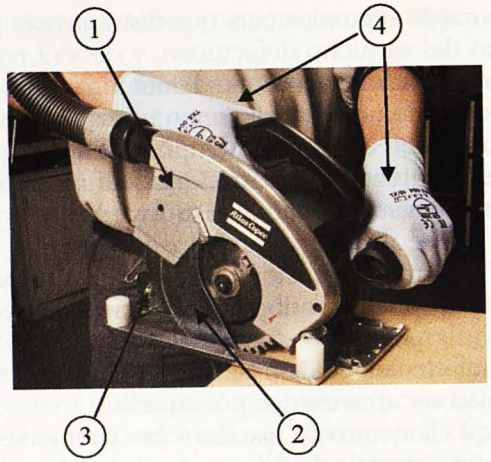


Figura 35

cesaria debido a la tendencia natural de la madera a volver a unirse por la zona de corte. Sin esta cuchilla el material apretaría el disco y lo frenaría.

4. Doble empuñadura para permitir la sujeción con firmeza de la herramienta.
5. Pulsador mantenido e interruptor de puesta en funcionamiento. El motor queda desconectado automáticamente tan pronto como se suelta el órgano de maniobra del interruptor. El interruptor debe exigir dos operaciones secuenciales separadas antes de que la hoja de sierra se ponga en movimiento.

Las medidas de prevención a tener en cuenta son:

- Utilizar la medida y las características de disco adecuadas a la máquina. Nunca se debe colocar un disco mayor retirando la protección para que éste quepa. Además, las revoluciones que puede soportar el disco deben ser superiores a las máximas que proporciona la máquina en vacío.
- Vigilar el correcto afilado de los dientes del disco, evitando de esta forma que se emboce al efectuar el corte.
- Antes de cortar, asegurarse que la madera no tiene clavos ni piezas metálicas en la zona de corte.
- La hoja de sierra no debe rozar con la cuña de partir, siendo la distancia de separación entre ésta y los dientes de sierra inferior a 5 mm. Así mismo la separación entre el borde inferior de la cuña de partir y el punto de mayor profundidad de la hoja de sierra será inferior a 5 mm.
- No se deben utilizar discos de sierra agrietados o que hayan sufrido alguna variación en su forma.
- El grosor del cuerpo básico de la hoja de sierra debe ser inferior al de la cuña de partir o separar, con objeto de que al cerrarse la madera toque antes con la cuña de partir que con el disco. Así mismo, el triscado de los dientes deben tener un grosor superior a la cuña de partir, para que ésta pase por la zona cortada sin rozar con el material.
- Asegurarse de que las protecciones móviles funcionan libremente sin bloquearse.
- No bloquear nunca la protección móvil en la posición abierta.
- Es conveniente que se le adapte un aspirador, de forma que facilite la visibilidad a la hora de cortar y evite la aspiración del trabajador del polvo de material trabajado.
- En cortes manuales no se debe enclavar el interruptor de forma fija.
- Después de la desconexión, no frenar la hoja de sierra por presión lateral sobre el disco.
- Utilizar siempre gafas, guantes y calzado de seguridad. Dependiendo del tiempo de exposición puede ser recomendable u obligatorio el uso de equipos antirruido ya que el nivel de ruido puede superar los 100 db(A).

9.7.2. Sierra caladora

Se trata de una máquina muy versátil, válida para el corte de distintos materiales, siendo la más apropiada para realizar cortes curvos.

Las medidas de prevención a tener en cuenta son:

- Asegurarse que la caladora dispone de la pantalla de protección que impide entrar en contacto con los elementos móviles en la zona de acople de la hoja de sierra.
- Seleccionar la hoja de sierra adecuada para el material a cortar y regular la velocidad en función del material para que el corte sea seguro.
- No usar hojas que estén rajadas o torcidas.
- La longitud libre de la hoja de sierra debe ser siempre superior al grosor de la pieza a cortar, ya que de lo contrario se producirían rebotes de la sierra (Figura 36).



Figura 36

- No encender nunca la máquina con la hoja en contacto con la pieza a cortar, ya que la máquina daría un salto. La sierra tiene que haber alcanzado su régimen adecuado de velocidad antes de que entre en contacto con la pieza a cortar.
- Mantener la mano que no sujeta la sierra alejada del camino de la hoja.
- El inicio del corte se debe producir siempre en un extremo del material. La máquina no se debe emplear para empezar un corte por inmersión, ya que el riesgo de rotura de la hoja de sierra y rebote de la máquina es muy alto.
- Prestar atención al cortar grandes piezas, ya que al no verse la sierra por debajo de la pieza puede entrar en contacto con el banco de trabajo, con las piernas del trabajador o con el cable eléctrico.
- Para efectuar el corte en varias piezas superpuestas, es totalmente necesario que éstas estén fijadas mediante gatos para evitar las vibraciones y saltos de la máquina.

- Utilizar gafas de seguridad, guantes y calzado de seguridad, siendo recomendable el uso de protección auditiva si el nivel de ruido es superior a 80 db(A) y siendo obligatorio el uso de dicha protección si el nivel de ruido es superior a 87 db(A).

9.7.3. Amoladora-radial

Se trata de una máquina muy utilizada tanto para el corte de todo tipo de chapas, perfiles y tubos como para el desbarbado (Figura 37).

Las medidas de prevención a tener en cuenta son:

- Nunca se deben utilizar discos de una medida mayor a la admitida por la amoladora, ya que:

  – Tendría que quitarse la carcasa protectora del disco, con el consiguiente riesgo de contacto con el mismo y de protección en caso de rotura del disco.
  – Cada medida de disco soporta un número limitado de revoluciones, por lo que si se instala un disco de una amoladora de 230 mm, que soporta unas 6.500 revoluciones, en una amoladora de 180 mm, que alcanza 8.500 revoluciones, se correría el riesgo de una rotura del disco.

- La carcasa protectora debe estar colocada de forma que la mano que sujeta la empuñadura quede completamente protegida del disco.
- Nunca se deben utilizar discos de corte para desbarbar. Los discos de corte tienen la malla que los hace resistentes por los lados, al utilizarlos para desbarbar se rompería esta malla, pudiendo salir proyecciones de la malla y el disco podría llegar a partirse saliendo proyectado. Los discos de desbarbar son más gruesos y la malla se encuentra en la cara opuesta a la de uso, por eso el disco no pierde resistencia al utilizarlo.
- Seleccionar el disco de corte o desbarbado adecuado al material que se va a trabajar (hierro, acero, aluminio).
- Siempre se debe agarrar la amoladora con las dos manos, haciendo uso de la empuñadura auxiliar (Figura 37), para lo que la pieza debe estar perfectamente asegurada con tornillos de banco.

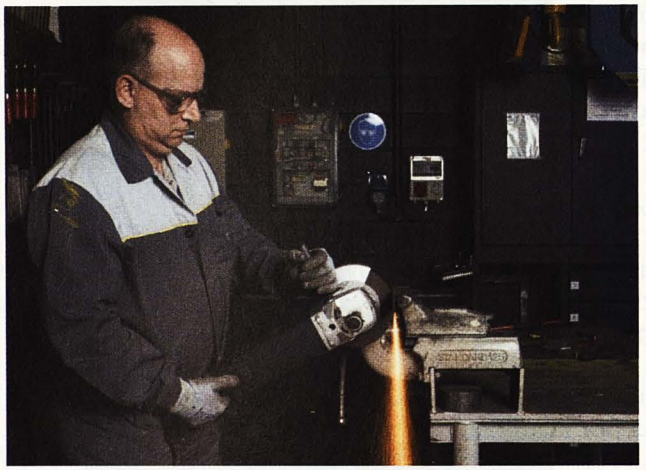


Figura 37

- Comprobar los útiles de lijar/amolar antes de su uso. El útil debe estar perfectamente montado, debiendo girar libremente. Realizar una prueba de funcionamiento sin carga durante 30 segundos como mínimo.
- Comprobar las dimensiones del disco, asegurando que el diámetro del orificio ajusta sin holgura en la brida de apoyo. No se pueden emplear piezas de reducción adaptadoras.
- Es frecuente observar que se utilizan discos de corte en amoladoras para el corte de piezas de madera. Esta práctica tiene que estar totalmente prohibida ya que la amoladora no tiene la protección completa del disco y no tiene cuña de partir o separación.
- Al amolar metales se proyectan chispas, por lo que habrá que prestar especial cuidado de que en la zona de influencia no haya materiales inflamables. En caso contrario se deben tener a disposición mantas ignífugas y extintores adecuados.
- Asegurarse que el disco se ha parado, antes de dejar la amoladora en cualquier superficie, ya que si sigue girando y entra en contacto con algún objeto, la herramienta saldrá rebotada.
- Utilizar gafas, guantes y calzado de seguridad. Se recomienda el uso de delantal de cuero y protectores auditivos, que en el caso de puestos con un uso habitual de esta herramienta, deberán usarse de forma obligatoria al superarse los 87 db(A).

9.7.4. Taladro

Herramienta diseñada para realizar orificios de distintos diámetros en superficies de madera, metal, hormigón, etc.

Los accidentes más comunes con esta herramienta son: los golpes por el material taladrado ,que salta; proyecciones en ojos de material taladrado, que sale despedido o de una broca que se rompe; contacto de la broca con una parte del cuerpo; atrapamiento de guantes o ropas sueltas con la broca y descargas eléctricas.

Las medidas de prevención a tener en cuenta son:

- Asegurarse de que las brocas están en buen estado, tanto de afilado como que están rectas.
- Seleccionar la broca adecuada para cada material.
- Asegurarse antes de comenzar el trabajo que el pulsador del taladro funciona correctamente, parándose el taladro al dejar de pulsarlo. Antes de comenzar a taladrar, se debe comprobar también en vacío que la broca gira perfectamente concéntrica.
- La función de percutor, únicamente se tiene que utilizar con broca de widia y contra elementos de obra. Esta función no se debe utilizar con brocas de acero rápido o acero-carbono en piezas de hierro, ya que se corre el riesgo de rotura de la broca.
- La broca debe quedar atrapada en posición recta en la mordaza del portabrocas para asegurar que su fijación es correcta. Además debe quedar agarrada por las 3 mordazas del portabrocas, ya que es peligroso taladrar si la broca solo ha quedado cogida por 2 (Figura 38).
- Asegurarse de haber retirado la llave de ajuste del portabrocas antes de accionar el pulsador, ya que de lo contrario, saldría despedida a gran velocidad (Figura 38).
- Asegurarse que después de haber cambiado la broca, se ajusta correctamente el portabrocas, ya que si no podría salir despedida la broca al encender el taladro.
- No sujetar la pieza con una mano mientras se usa el taladro con la otra, debiéndose fijar las piezas a un tornillo de banco (Figura 39).
- Se debe adecuar la velocidad de giro al tamaño de la broca, cuanto mayor es el diámetro de la broca, menor debe ser la velocidad de giro.



Figura 38

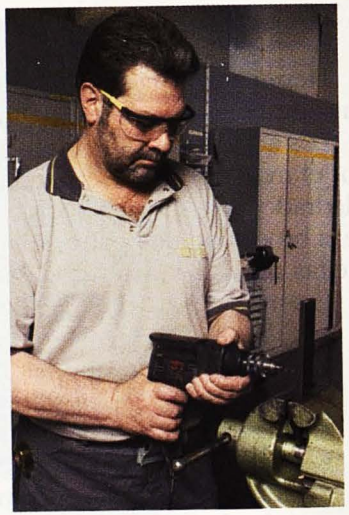


Figura 39

- Cuando se realizan orificios de diámetro muy pequeño (p. ej.: 3 mm), las brocas muy delgadas pueden doblarse e incluso romperse. En estos casos es recomendable realizar un hoyo guía con un punzón o un marcador.
- Para realizar orificios de un diámetro grande (p. ej.: 16 mm), se recomienda realizar un secuenciado de brocas, realizando primero un orificio pequeño que favorezca que al realizar el grande el esfuerzo sea menor y la posibilidad de que se escape la pieza o el taladro sean menores también. Es conveniente lubricar cuando se trata de agujeros en metal.
- Durante todo el proceso de taladrado, la broca se debe mantener en una posición perpendicular al elemento taladrado.
- No se debe parar el portabrocas con la mano.
- No debe colocarse ningún disco de corte en un taladro. Es una práctica habitual y muy peligrosa, ya que no está diseñado para ello y no dispone de la carcasa protectora para evitar contacto con el disco.
- Asegurarse de que al taladrar una pared no se va a encontrar una conducción eléctrica, tuberías de gas o agua.
- Usar gafas de seguridad, zapatos, tapones antiruido y casco, si se requiere.

- Uno de los riesgos más importantes por la gravedad de las lesiones es el de atrapamientos de guantes con la broca del taladro, lo que puede ocasionar el arrancamiento de algún dedo. Debe estar prohibido el uso de guantes durante el funcionamiento del taladro.

9.7.5. Motosierra

El uso de motosierras es muy habitual entre los trabajadores agrícolas, forestales y de jardinería. Los accidentes con esta herramienta pueden ser muy graves, llegando en ocasiones a ser accidentes mortales. Los accidentes más frecuentes se deben principalmente a:

- Rebote de la máquina al iniciar el corte, si se roza involuntariamente una rama o si se toca con la parte superior delantera de la espada un tronco.
- Rebote de la máquina si se queda la cadena brevemente trabada en la punta de la espada.
- Rebote de la máquina al finalizar el corte en lugar de en vacío tocando otro material (el suelo, otro tronco, etc.).
- Rotura de la cadena de corte con proyección hacia atrás de la misma.
- Cortes en manos, antebrazos y pies por contactos con la cadena de corte.
- Incendios y/o explosiones motivados por los vapores inflamables de combustible.
- Quemaduras por contacto con el tubo de escape de los gases.
- Proyección de partículas y golpes de ramas en ojos.

Los elementos de seguridad que debe disponer una motosierra son (Figura 40):

1. **Resguardo delantero de la mano.** Evita el deslizamiento de la mano izquierda sobre la cadena de corte. Al chocar la mano con este resguardo, se activa el freno de cadena (Figura 41).
2. **Freno de cadena.** En caso de escaparse la mano izquierda y golpear al resguardo delantero, o en caso de un rebote de la motosierra lo suficientemente importante para su activación, frena en décimas de segundo la cadena de corte. El freno de cadena es fundamental para que aunque la motosierra impacte con la parte del cuerpo del trabajador, las lesiones sean las mínimas posibles.

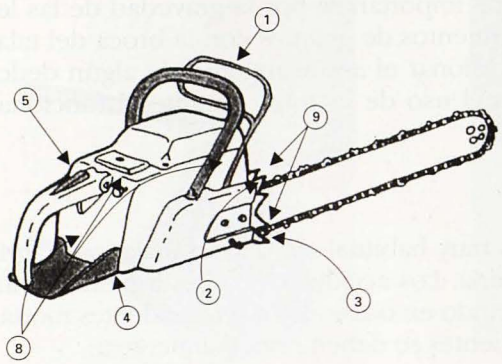


Figura 40

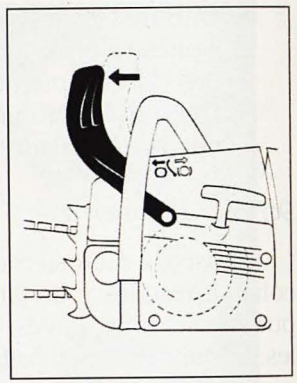


Figura 41

3. **Captor de cadena.** En caso de ruptura súbita de la cadena, la recoge en el interior de la carcasa.
4. **Resguardo trasero de mano.** Protege la mano derecha.
5. **Control de la puesta en funcionamiento.** Impide que la motosierra comience a funcionar inesperadamente.
6. **Bloqueador del acelerador.** Bloquea el acelerador para evitar aceleraciones fortuitas.
7. **Fiador de ralentí.** Al desacelerar la motosierra, frena la cadena. Este dispositivo debe estar bien ajustado, para conseguir dicho paro de la cadena en el momento de soltar el acelerador.
8. **Dispositivos antivibraciones.** Limita las vibraciones que llegan al sistema mano-brazo, reduciendo las posibles enfermedades profesionales.
9. **Dientes de apoyo.** Situados en uno o los dos costados de la salida de la espada, tienen la misión de sujetar la motosierra contra la madera para evitar su rechazo durante el corte (rechazo hacia atrás, no confundir con el rebote).
10. **Tapa de la espada.** Evita accidentes durante el transporte de la motosierra.

Las vibraciones y el ruido que se producen en la motosierra pueden ser considerables, por lo que las empuñaduras y el motor deben estar fijados con **amortiguadores,** y el tubo de escape tener **silenciador.**

Recomendaciones de seguridad

- El repostado de la máquina se hará siempre en lugares bien ventilados y con el motor parado, evitando los derrames de combustible y no se fumará durante dicha operación.
- La puesta en marcha de la motosierra se hará en un lugar alejado por lo menos 3 m de donde se efectuó el abastecimiento de combustible, de lo contrario se corre el riesgo de inflamación del posible combustible derramado. Antes de arrancar se debe bloquear la cadena con el freno de cadena.
- Para mayor seguridad en la puesta en marcha, se colocará la motosierra en el suelo, cuidando de que la cadena no pueda engancharse con ninguna rama u otros objetos.
- En los trabajos con motosierra, el trabajador debe estar de pie manteniendo las piernas separadas, y se conseguirá una máxima proximidad con la máquina, obteniéndose así un reparto más favorable del peso.
- Antes de aplicar la sierra al tronco, el motor deberá funcionar muy revolucionado para evitar que los dientes se traben en la madera y rebote la máquina o arrastren consigo la máquina, utilizar también los dientes de apoyo para evitar el arrastre de la máquina (Figura 42).
- En el desramado se debe emplear el tronco del árbol como protección (Figura 43), para evitar posibles cortes de la cadena en la pierna del operario y no se hará con la punta de la espada para evitar rebotes, ni se cortarán varias ramas a la vez.



Figura 42



Figura 43

- Para transportar la motosierra, se debe bloquear la cadena con el freno de cadena y colocar el guardacadena. En desplazamientos más largos (más de 50 m aproximadamente) se debe parar el motor. Hay que prestar atención a no tocar las piezas calientes de la máquina, como el silenciador.
- La motosierra será siempre manejada por una única persona, no debiendo existir nadie aparte del operario en su radio de acción.
- Al trabajar, despejar el área de trabajo de todos los elementos que pudieran rozar con la punta de la espada y cuando sea posible, utilizar la parte inferior de la espada.
- Es necesario tener siempre cogida la motosierra firmemente con las dos manos. Para cualquier movimiento (p. ej.: apartar una rama), detener siempre la cadena antes de proceder a retirar dicha mano de las agarraderas de la máquina.
- Si se trabaja a un nivel más elevado del suelo, se debe usar una plataforma elevadora. No se debe trabajar sobre escaleras, ni en árboles, ni con la motosierra por encima de los hombros.
- La motosierra produce gases de escape tóxicos, por lo que se debe asegurar la correcta ventilación en lugares cerrados, fosos, etc.

Los *equipos de protección individual* a usar de forma obligatoria durante el manejo de esta herramienta son:

- Guantes de protección.
- Calzado de seguridad.
- Gafas de seguridad o pantalla facial.
- Protección auditiva.
- Casco, en los casos en que exista riesgo de caída de objetos como ramas, etc.
- Manguitos.
- Pantalón o perneras y peto de tejido de seguridad. En trabajos en altura (podas), traje completo.

9.7.6. *Desbrozadora*

Son máquinas de hasta 14 kg de peso empleadas en trabajos de jardinería o deforestación para eliminar vegetación no deseada que no posea elementos leñosos de gran resistencia (Figura 44). Estas herramientas utilizan generalmente un motor de combustible como fuerza motriz.



Figura 44

Sus características dependen del tipo de vegetación a eliminar y del terreno sobre el que se desarrolla el trabajo, pudiéndose distinguir tres tipos en función de la herramienta de corte, las de hilo, las de cuchilla y las de disco de sierra.

Los accidentes más frecuentes se deben principalmente a:

- Proyección de objetos, pudiendo ser piedras sueltas que pueda haber en el terreno a desbrozar, proyección de la vegetación que es cortada o incluso proyecciones del propio útil de corte. Este riesgo de proyecciones no afecta exclusivamente al trabajador, ya que igualmente afecta a otros trabajadores u observadores próximos.
- Cortes con las cuchillas de corte, durante el cambio de las mismas.
- Cortes con el útil cortante si entra en contacto con cualquier parte del cuerpo bien durante el trabajo o bien durante el transporte si se transporta la desbrozadora en marcha.
- Cortes y tirones debidos al rebote de la herramienta al tocar el útil metálico de corte un obstáculo fijo (tronco, ramas, raíces, piedras, etc.).
- Quemaduras por el contacto con alguna parte del motor de la herramienta.

- Incendios por derrames de combustible durante la recarga de la herramienta o por fugas de la herramienta durante su uso.
- Caídas por tropiezos en piedras, raíces o troncos y por resbalones debido a la humedad existente en la vegetación o por la pendiente del terreno.
- Exposición a ruido durante el uso de la herramienta, ya que en general este tipo de herramienta origina un nivel de ruido elevado.
- Enfermedades profesionales (trastornos circulatorios) motivadas fundamentalmente por el uso continuado de la herramienta y las vibraciones que ésta transmite al sistema mano-brazo del trabajador.
- Intoxicaciones debidas a la inhalación de los gases de escape.

Recomendaciones de seguridad

- La distancia del trabajador que utiliza la herramienta a otros trabajadores u observadores debe ser superior a 15 m.
- Antes de arrancar hay que asegurarse que la herramienta dispone de los medios de protección y que los sistemas de mando funcionan correctamente; especialmente se debe comprobar que al soltar el acelerador, el útil de corte se para en poco tiempo, no debiendo moverse el útil de corte con el motor a ralentí.
- Utilizar siempre la herramienta con el protector (Figura 44) que evita que salgan proyecciones despedidas hacia el trabajador.
- Utilizar el útil de corte adecuado al grosor de los troncos o tallos de la vegetación a cortar.
- La recarga de combustible debe hacerse con el motor parado y dejando que este se enfríe con objeto de evitar que ante un derrame se pueda inflamar la gasolina al entrar en contacto con una superficie caliente. Esta recarga debe hacerse en un lugar bien ventilado.
- El arranque se debe realizar a una distancia superior a 3 m del lugar donde se ha recargado el combustible. El arranque debe hacerse en vacío, no debiendo nunca estar el útil de corte en contacto con ningún objeto.
- Sujetar siempre firmemente la herramienta con ambas manos en las empuñaduras.

- Trabajar sólo con unas condiciones de iluminación adecuadas.
- La herramienta produce gases de escape tóxicos, por lo que debe usarse en lugares ventilados, debiendo prestar atención a su uso en zanjas o fosos.
- No tocar el motor ni el silenciador hasta que se hayan enfriado.
- Para evitar las posibles enfermedades profesionales se recomienda efectuar descansos de unos diez minutos cada hora de trabajo, siendo aconsejable cambiar de tarea tras una hora con la desbrozadora durante, al menos, otra hora.
- Debe prohibirse fumar tanto durante el uso de la herramienta como durante los trabajos de recarga de combustible.
- Transportar la herramienta con el motor parado y cuando las distancias sean largas con el protector en el útil de corte, para evitar roces involuntarios.
- Emplear recambios del útil de corte originales. No se debe nunca sustituir el hilo de corte por un alambre de acero ya que se incrementa considerablemente el riesgo de proyecciones.
- Cualquier operación de reparación y cambio del útil de corte debe realizarse con el motor parado y quitando el enchufe de la bujía para evitar arranques intempestivos.
- No seguir utilizando útiles de corte deteriorados o rajados. Los útiles de corte metálicos se deben afilar debidamente y con regularidad pero nunca se deben rectificar ni soldar.

Los equipos de protección individual a usar durante el manejo de esta herramienta son:

- Casco de seguridad al efectuar trabajos en maleza alta y si hay peligro de desprendimiento de objetos.
- Casco o tapones antiruido.
- Pantalla facial de protección para la cara.
- Guantes de protección preferiblemente de cuero.
- Zapatos de seguridad con puntera de protección y suela antiresbaladiza.
- Ropa de trabajo adecuada, siendo conveniente la utilización de petos antiproyecciones, mandiles y tobilleras cuando el terreno tenga muchos objetos sueltos como piedras.
- Ropa acorde a las condiciones meteorológicas existente.

9.7.7. *Sierras para la industria cárnica*

Son sierras manuales utilizadas para el despiece de animales en mataderos.

El accionamiento se produce a través del pulsador situado en la empuñadura y colocado de manera que sólo puede ser accionado al introducir la mano en dicha empuñadura, impidiendo que se puedan producir accionamientos involuntarios.

La zona de corte tiene que estar protegida en su parte superior por un protector fijo para impedir el contacto con el disco de corte (Figura 45).

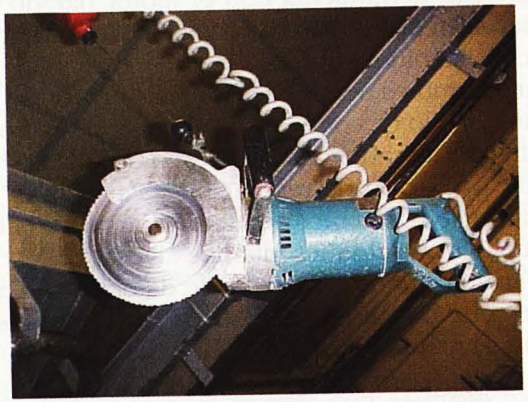


Figura 45

Para favorecer el manejo de la herramienta (el peso varía desde 4 a 10 kg dependiendo de la herramienta), aparte de la empuñadura principal que está situada en el extremo opuesto al disco de sierra, dispone de una empuñadura lateral aproximadamente en el centro de la máquina. La doble empuñadura además de mejorar la distribución del peso de la herramienta es una medida de seguridad que ayuda a evitar que la mano esté próxima al útil de corte.

Riesgos de accidente

Los riesgos de accidentes con estas herramientas no afectan exclusivamente al operador de la misma, si no que también afectan a otros trabajadores que estén en las proximidades.

- Proyección de partículas resultantes del corte (astillas de hueso, etc.).
- Cortes por contacto con el disco de sierra, tanto durante su uso como durante el transporte de la herramienta.
- Cortes producidos por el rebote de la herramienta.
- Caída de la herramienta.
- Tirones y golpes producidos por el rebote de la herramienta.
- Enfermedades profesionales por tareas repetitivas.
- Ruido.

Recomendaciones de seguridad

- Utilizar la herramienta en un lugar bien iluminado y con el suelo limpio para evitar tropiezos y resbalones.
- El suelo debe ser antideslizante (Rejillas de tramex, superficies especiales antideslizantes, etc.), con objeto de evitar resbalones con el riesgo de entrar en contacto accidentalmente con el disco de corte.
- Guardar una distancia de seguridad con otros trabajadores, de forma que no exista la posibilidad de que la herramienta pueda entrar en contacto con ellos.
- Cuando los trabajos a realizar con esta herramienta sean repetitivos en una misma zona de trabajo, se recomienda la colocación de un suspensor (Figura 45), que va a ser el que va a soportar el peso de la herramienta.
- Mantener una postura erguida y firme, no forzando las posturas para efectuar cortes, ya que se aumenta el riesgo de perder el equilibrio y por tanto entrar en contacto accidentalmente con el disco de sierra.
- Para el despiece de animales grandes y con objeto de evitar posturas forzadas o acceder con medios inadecuados, es muy recomendable la utilización de plataformas elevables con regulación en altura en función de las necesidades.
- La puesta en marcha y la parada del disco de sierra no debe hacerse con éste en contacto con la carne o con cualquier otro objeto ya que se aumenta el riesgo de rebote de la máquina. El método de trabajo correcto es coger la herramienta con las 2 manos por las empuñaduras, poner la máquina en marcha en vacío y cuando ha alcanzado el régimen de revoluciones adecuado po-

nerla en contacto con la pieza de carne; una vez efectuado el corte y estando la máquina revolucionada volverla a poner en vacío y dejar de pulsar.
- La herramienta no debe soltarse hasta que el disco de sierra se haya detenido totalmente.

Los equipos de protección individual a utilizar son:

- Gafas de seguridad.
- Cascos auriculares o tapones antirruido.
- Delantal de malla.
- Botas impermeables con puntera metálica de protección.
- Ropa adecuada.

10. BIBLIOGRAFÍA

Manual de prevención de accidentes. Herramientas manuales. Editorial MAPFRE.
Notas técnicas de prevención del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. NTP 391; NTP392 y NTP 393.
Enciclopedia de Salud y Seguridad en el trabajo. Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales.1998.
Estadística Oficial de accidentes de trabajo con baja en España en el año 2001.
Criterios técnicos ergonómicos. Programa de ergonomía GME.
Técnicas de prevención de riesgos laborales. José M.ª Cortés Díaz. 1997.
RD 1215/1997, de 18 de Julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
RD 614/2001 sobre protección de los trabajadores frente el riesgo eléctrico.
Normas UNE mencionadas en el apartado de criterios técnicos (apartado 3).
Módulo de Seguridad: Herramientas eléctricas. ENHER, S.A. 1991.
Tríptico «Seguridad en el manejo de motosierras». Fremap, Mutua de accidentes.
Catálogo de cuchillos de seguridad de Martor Solingen.
Hoja ERGA. Formación profesional. «Herramientas manuales» del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo.
Manual de instrucciones de la motosierra STIHL MS 260 y de la desbrozadora STIHL FS300.
Manual de instrucciones de la sierra para la industria cárnica SM-185 de CAME.
Manual de prevención de riesgos laborales en el sector agrario de INSL. Año 2000. ISBN.: 84-235-2094-3.
Manuales de instrucciones de sierra circular, caladora, taladro y amoladora de Atlas copco.
Fotografías de la revista de Opel España «Rodando».

5

Movimiento mecánico de materiales

Actualizado por José M.ª Zueras

1. INTRODUCCION

La variedad de equipos de elevación y manutención mecánica, su importancia en los procesos industriales, así como su elevada incidencia en un importante número de accidentes laborales, ha hecho necesaria su regulación mediante una normativa específica. En este sentido, existe reglamentación industrial y laboral que regulan los aspectos de seguridad de estos equipos. En cuanto a la reglamentación industrial (Reglamento de Aparatos Elevadores y de Manutención), actualmente contiene cuatro instrucciones técnicas complementarias (ITC) que son relativas a: ascensores electromecánicos, grúas torre desmontables para obras, carretillas automotoras de manutención y grúas móviles autopropulsadas usadas.

Por lo que respecta a la reglamentación laboral, la entrada en vigor de la Directiva 2006/42/CE sobre aproximación de las legislaciones de los estados miembros sobre máquinas, que es una modificación de la Directiva 95/16/CE, transpuesta al ordenamiento jurídico español en el Real Decreto 1644/2008, de 10 de octubre, supone una mejora muy importante tanto en la seguridad de la maquinaria como sobre la protección frente a los riesgos derivados de una operación de elevación y transporte. También su campo de aplicación queda mejor definido, mediante una relación de los tipos de productos cubiertos, como por ejemplo, (accesorios de elevación; cadenas, cables y cinchas).

En este capítulo se analizan aquellos equipos de manutención más utilizados en las empresas, independientemente de su actividad, y que son: carretillas automotoras, polipastos, puentes-grúa, accesorios y transportadores.

En cada uno de los apartados se analizan riesgos generales, independientemente de la existencia de otros riesgos que puedan generar estos equipos en función de sus características técnicas específicas.

Se incluyen criterios de referencia técnicos y legales en cada uno de los apartados.

2. CRITERIOS LEGALES Y TÉCNICOS DE REFERENCIA

En la actualidad, la normativa existente está representada por una serie de disposiciones legales y técnicas, cuyas referencias más importantes son las siguientes:

A) ASPECTOS LEGALES

- Real Decreto 1644/2008, de 10 de octubre, por el que se establecen las normas para la comercialización y puesta en servicio de las máquinas.
- Real Decreto 1215/1997 de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo. Modificado por el Real Decreto 2177/2004, de 12 de noviembre.
- Reglamento de Aparatos Elevadores y de Manutención, Real Decreto 2291/1985, BOE del 8/11/85. (Modificado por R.D. 1314/1997 y por Resolución de 10 septiembre de 1998). Instrucciones técnicas complementarias:

  — MIE-AEM 1, Ascensores Electromecánicos.
  — MIE-AEM 2, Grúas-Torre Desmontables para Obras.
  — MIE-AEM 3, Carretillas Automotoras de Manutención.
  — MIE-AEM 4, Grúas Móviles Autopropulsadas Usadas.

- Aparatos Elevadores y de Manejo Mecánico (Real Decreto 474 de 1988 sobre aplicación de la Directiva 84/528/CEE).
- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (REBT), Real Decreto 842/2002 de 2 de Agosto. BOE del 18 septiembre de 2002.

B) NORMAS UNE DE OBLIGADO CUMPLIMIENTO

- UNE 27072 «Guardacabos para Cables de Fibras Textiles».
- UNE 27075 «Grilletes de Unión para Cables y Cadenas».
- UNE 58101-92 «Aparatos Pesados de Elevación. Condiciones de Resistencia y Seguridad en Grúas-Torre Desmontables para Obras».
- Las que aparecen contempladas en el REBT, que le sean de aplicación.

C) CEE-DIRECTIVAS

- Directiva 95/16/CEE de 29 de junio de 1995 sobre la aproximación de las legislaciones de los estados miembros relativas a los ascensores.
- Directiva 2006/42/CE, de 17 de mayo de 2006 sobre aproximación de los estados miembros sobre máquinas.

3. CARRETILLAS A TIMÓN

La carretilla a timón es un equipo muy utilizado para transportar y depositar cargas en pequeñas distancias. Algunos de los riesgos que presenta son: golpes con la carretilla y atrapamientos entre la carretilla y un obstáculo fijo. Para evitar estas situaciones, que muchas veces generan accidentes sobre el propio conductor del equipo, se tendrán presente los siguientes aspectos:

La carretilla a timón se conduce por su parte delantera y desde uno de sus lados.

Para detener la carretilla se deberá colocar la lanza en posición vertical u horizontal (Figura 1). Si el equipo va con carga y se pretende frenar levantando las manos del accionamiento lo único que estamos haciendo es impedir que el motor eléctrico siga funcionando, pero por inercia, la carretilla continuará moviéndose y sólo se detendrá de forma eficaz y en la menor distancia, cuando se ponga la lanza en posición vertical u horizontal, porque el motor eléctrico está actuando de freno.

Estos equipos también disponen de un pulsador frontal de color rojo, que es un dispositivo de seguridad para evitar el atrapamiento y al pulsarlo o contactar con el cuerpo se genera un cambio en el sentido de marcha de la carretilla a timón o transpaleta eléctrica (Figura 2).

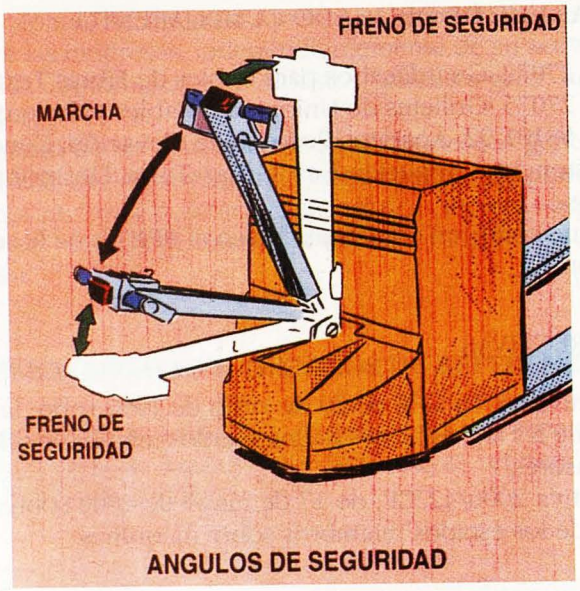


Figura 1



Figura 2

Cuando se circule con una carretilla a timón, se deberá estar fuera de la trayectoria del vehículo, al objeto de evitar ser golpeados con el chasis.

4. CARRETILLAS AUTOMOTORAS

Estudio de las carretillas

Definición

Se denominan carretillas automotoras a todas las máquinas autopropulsadas que se desplazan sobre el suelo y están destinadas a llevar, empujar, tirar o levantar cargas (Figura 3).

La carga es previamente colocada sobre una tarima de carga, llamada paleta, que posee dos aberturas en las cuales se introducen los brazos de la horquilla para elevarla y transportarla.

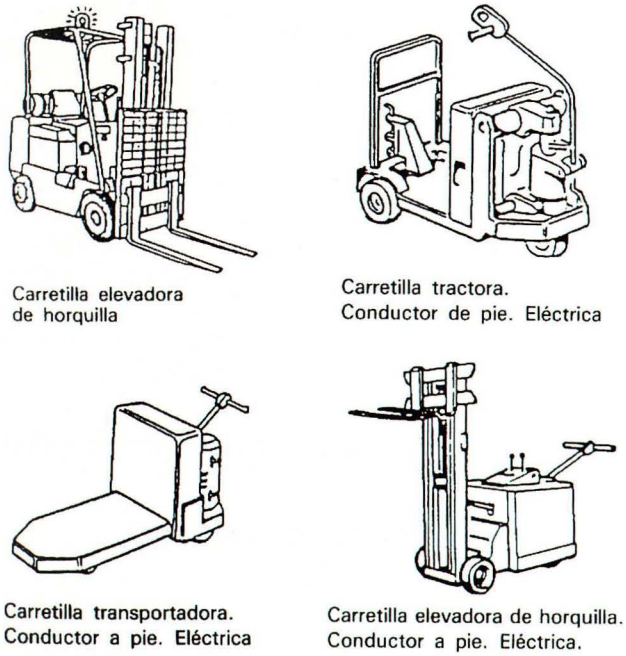


Figura 3. Ejemplos de carretillas.

Como en un automóvil, hay dos ejes, uno motor y otro director pero la diferencia reside en que el eje motor está delante (tracción delantera) y es fijo, mientras que el eje director (o rueda directriz) está siempre detrás, lo que le diferencia notablemente del comportamiento de un automóvil.

Clasificación de las carretillas automotoras

a) Según modo de accionamiento:

- Transportadoras.
- Tractoras.
- De empuje.
- Elevadoras:
  - — Apiladoras.
  - — No apiladoras.
  - — Puesto de conducción elevable.

b) Según su modo de conducción:

- Conductor sentado.
- Conductor a pie.
- Conductor de pie.

c) Según su fuente de energía:

- Térmicas.
- Eléctricas.

Descripción. Elementos principales

Los elementos principales de una carretilla vienen reflejados en la Figura 4.

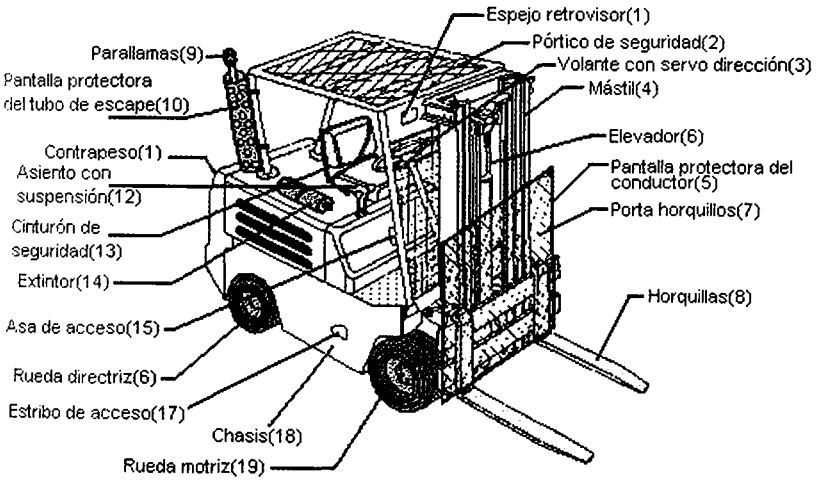


Figura 4. Elementos de una carretilla.

Análisis de las carretillas

A continuación se analizan las condiciones de equilibrio de una carretilla elevadora, por tratarse del tipo más utilizado en la manutención en el interior de fábricas y almacenes.

La situación de la carga sobre la máquina, de forma que la proyección de su centro de gravedad caiga o no dentro del polígono que cierran los puntos de contacto sobre el suelo, es decir, las ruedas, es definitiva para establecer su diseño.

La *palanca* es el fundamento del proyecto de una carretilla elevadora de carga en voladizo (Figura 5).

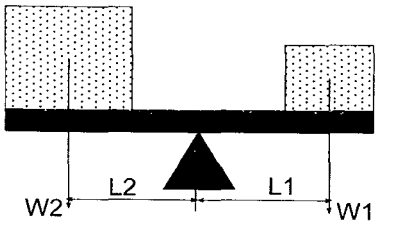


Figura 5. Representación de una palanca.

Los términos que intervienen en la mecánica de la palanca son:

- *Peso:* es la medida de una fuerza, cuya causa es la gravedad y se expresa en kilogramos.
- *Centro de gravedad:* es aquel punto del cuerpo en el cual se supone se encuentra concentrada toda la masa.
- *Momento de una fuerza:* es el producto de la magnitud de la fuerza por la distancia perpendicular trazada desde el eje de rotación a la línea de acción de dicha fuerza.
- *Fulcro o punto de apoyo:* es el origen de las distancias al punto de aplicación de la fuerza.

Una palanca se encuentra en equilibrio cuando la suma de todos los momentos es cero, o dicho con otras palabras, los momentos en un sentido deben ser iguales a los momentos en el otro.

En una carretilla elevadora esto vendría representado en la Figura 6.

Para una carretilla elevadora el estar equilibrada no es suficiente. Por razones de estabilidad de la carretilla cargada y para no perder dirección, que como ya se ha dicho está situada siempre en el eje trasero, el momento de fuerza que corresponde a la carretilla es siempre mayor que el generado por la carga.

En esta comparación, el fulcro o punto de apoyo es el eje del puente delantero.

W_1 es el peso de la carretilla que queda detrás del eje delantero.

L_1 es la distancia del centro de gravedad de dicho peso hasta el punto de apoyo.

W_2 es el peso de la carga más el peso de la carretilla por delante del eje delantero.

L_2 es la distancia del centro de gravedad de dicho peso hasta el punto de apoyo.

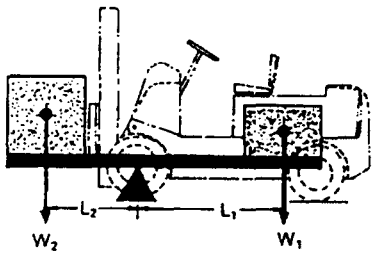


Figura 6. Aplicación de la palanca a una carretilla elevadora de carga en voladizo.

ESTABILIDAD

Es la facultad de la carretilla de mantenerse en correcto equilibrio estático y dinámico sobre su tren de rodaje.

Todas las carretillas por diseño se apoyan sobre tres puntos. Los dos primeros corresponden a las ruedas anteriores situadas sobre el eje motriz, caso de las térmicas, ya que existen carretillas eléctricas que no llevan tracción delantera sino trasera; y el tercer punto corresponde a la rueda central trasera en una carretilla en triciclo, o en las convencionales de cuatro ruedas corresponde al punto de apoyo del eje directriz.

Es decir, que aunque se disponga de un eje trasero con dos ruedas, ese eje se apoya sobre un solo punto en contacto con el chasis de la máquina, recibiendo buena parte de su peso cuando la carretilla está descargada (Figura 7).

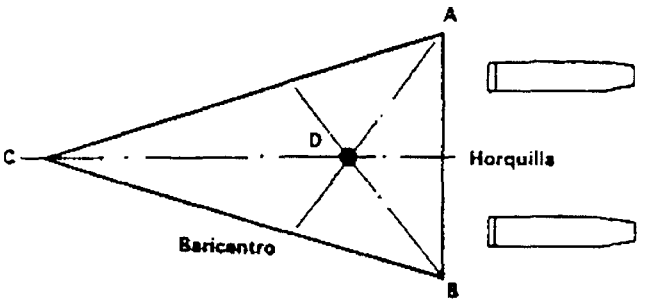


Figura 7. Triángulo de estabilidad. Estos tres puntos forman en su proyección sobre el suelo un triángulo: dos puntos bajo el centro de contacto de cada rueda delantera y el tercer vértice corresponde a la proyección del apoyo o centro del eje trasero.

Estabilidad longitudinal

Supuesto el centro de gravedad propio de la carretilla situado en D, al colocar una carga sobre la horquilla, con su propio centro de gravedad F, se crea un nuevo centro de gravedad del conjunto carretilla-carga, que, lógicamente, se hallará situado en un punto intermedio E, entre D y F, es decir, avanzado hacia el eje delantero A-B.

Mientras la carga se eleve verticalmente, este nuevo centro de gravedad no se moverá de su sitio pero se adelantará acercándose más al

eje A-B, si se inclina el mástil hacia adelante, hasta el límite máximo posible; éste será precisamente el eje A-B, pues en cuanto se rebase, la carretilla perdería el equilibrio longitudinal y volcaría hacia adelante (Figura 8).

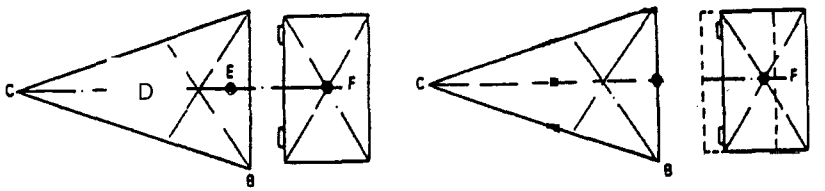


Figura 8. Estabilidad longitudinal.

Estabilidad lateral

Al inclinar el mástil hacia atrás, con la carretilla cargada, recuperamos la posición ideal de estabilidad, es decir, el punto D. Pero al elevar la carga, el punto F se mueve sobre el eje longitudinal del triángulo, hacia C, y cuanto más se acerque a él, tanto menor será la estabilidad lateral, hasta el límite del propio punto C, que si se rebasase, la carretilla volcaría lateralmente.

Una altura de elevación grande, con una inclinación de 10° hacia atrás, puede hacer llegar el c.d.g. E al punto C, razón por la que es preciso limitar los grados de inclinación hacia atrás, y también hacia adelante, para salvaguardar la estabilidad frontal, a partir de los cuatro metros de elevación (Figura 9).

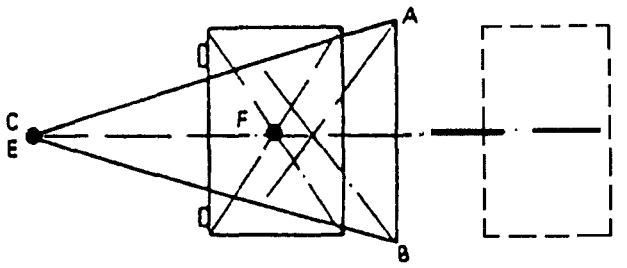


Figura 9. Con carga y mástil inclinado hacia atrás hasta el límite de equilibrio de estabiliad lateral.

Centro de gravedad

Con el mástil en posición vertical y la carga en posición de transporte, es decir, a una altura de 150 a 200 mm sobre el suelo, los centros de gravedad de la carretilla y el de la carga se interaccionan y dan lugar a otro c.d.g. situado entre ambos.

Este centro de gravedad resultante va variando según sea la posición de la carga tanto en altura como en inclinación del mástil. Si se inclina hacia adelante el centro de gravedad del conjunto puede proyectarse fuera del triángulo que cierran las ruedas delanteras, en consecuencia, la carretilla pierde su equilibrio longitudinal y se vuelca junto con la carga hacia adelante.

Si por contra se inclina el mástil hacia atrás se compromete el equilibrio transversal al sobrepasar un límite ya que el c.d.g. de la máquina y carga se va alejando del eje delantero donde situamos la base del triángulo de sustentación y va reduciéndose la distancia entre eje longitudinal y los lados del conocido triángulo.

En consecuencia, la posición más estable de la carretilla es con el mástil en posición vertical.

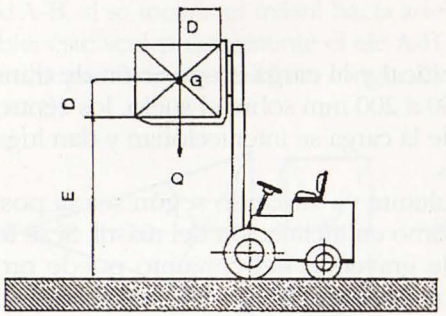
Cuando la carretilla se encuentra en movimiento, situación dinámica, aparecen las fuerzas provocadas por el efecto de la inercia y puede generar inestabilidad. Algunas recomendaciones para minimizar sus efectos son:

- Llevar la carga en posición baja.
- Evitar frenazos bruscos con carga.
- Tomar las curvas a velocidad moderada.
- Radios de curvatura amplios.

Características para elección de una carretilla automotora

Con objeto de simplificar la elección del tamaño de la carretilla, para una aplicación concreta, a cada modelo se le da un valor nominal del peso de la carga a una distancia determinada de la parte frontal de la horquilla (Figura 10).

La norma UNE 58421:2003, establece las características técnicas y ensayos. La norma UNE 58406:1995, distingue las dimensiones de montaje de los tableros que clasifica en grupos según capacidad nominal de la carretilla y centro de gravedad de la carga, según indica la figura 10.



D = distancia al Centro de la carga
E = altura de elevación máxima
G = centro de gravedad de la carga situado en el plano de simetría longitudinal de la carretilla
Q = carga

Figura 10. Capacidad nominal de una carretilla.

Altura de elevación máxima E	Carga Q	Distancia D normalizada[1]
Inferior a H excluidos	Hasta 1.000 kgs	400 mm
Igual a H	De 1.000 kgs —incluidos— A 5.000 kgs —excluidos—	500 mm
Superior a H	De 5.000 kgs —incluidos— A 10.000 kgs —incluidos—	600 mm

(1) Nota: Se admite igualmente, para utilizaciones especiales, construir carretillas que tengan 1.000 kgs. a D = 400 mm. y 5.000 kgs. a D = 500 mm.

RIESGOS Y PREVENCIÓN

Clasificación de riesgos de las carretillas automotoras

- Caída de materiales: transportados, almacenados.
- Caída del conductor.
- Vuelco de la carretilla: lateral, frontal.
- Colisiones. Choques: contra obstáculos y estructura, con otros vehículos, peatones.
- Caída de personas: elevada o transportada.
- Otros riesgos: conducción por personas no cualificadas, lesiones lumbares, intoxicaciones y/o quemaduras, incendios y/o explosiones.

Caída de materiales

A) *Causas*

- Mal estibado de las cargas en la circulación (material suelto o desalineado).
- Por golpes contra estanterías.
- Por golpes contra materiales almacenados.
- Rotura de estanterías y paleta por exceso de carga.
- Por falta de uniformidad del suelo.

B) *Medidas de prevención/protección*

- Adaptar las cargas, bien centradas en la horquilla. Evitar sacudidas.
- Buena iluminación de la zona de circulación y almacenamiento.
- Disponer de tejadillo de protección del conductor. FOPS.
- Proteger las estanterías y zonas de almacenamiento con defensas adecuadas (Figura 11).
- Indicar la capacidad máxima de estanterías. Revisar periódicamente el estado de las paletas.
- Suelo liso y uniforme con la suficiente solidez y resistencia.
- Revisar periódicamente el estado de los pallets, retirando o reparando lo que estén en mal estado.

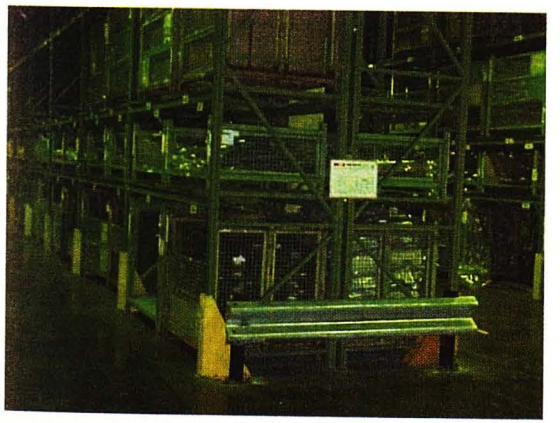


Figura 11. Protección de estanterías con defensas contra golpes.

Caída del conductor

A) *Causas*

- En el acceso o el abandono de la carretilla
- Inclinación del conductor en marcha.
- Vuelco de la carretilla

B) *Medidas de prevención*

- Estribo correcto y antideslizante.
- No saltar desde la carretilla. Acceder y bajar de la carretilla siempre de frente a ella.
- Tener siempre tres puntos de apoyo al acceder o bajar de la carretilla.
- Evitar marchas forzadas y problemas de visibilidad que motiven inclinación excesiva del operario.
- Utilización del cinturón de seguridad.
- Utilización de carretillas cabinadas.

Vuelco de la carretilla

A) *Causas*

- Por exceso de carga.
- Por velocidad inadecuada.
- Por circulación en vías con pendiente y cerca de los desniveles.
- Por circular con la carga elevada.

B) *Medidas de prevención/protección*

- Utilización de carretillas adecuadas a la carga a levantar.
- Evitar los cambios de dirección bruscos y los virajes en radios pequeños a velocidad excesiva.
- Verificar la posición, la fijación y estado de los puentes de carga.
- No circular con carga elevada y asegurarse del buen estado de las pendientes y vías de circulación (Figura 12).
- Verificar el bloqueo (calzos, enganche al muelle, ...) de los vehículos antes de penetrar en los mismos.



Figura 12. Riesgo de vuelco de carretilla al circular con carga elevada.

- Utilizar cabina cerrada o cinturón de seguridad.
- Utilizar sistema limitador de velocidad en función de la carga y su posición.
- Utilizar sistema limitador de carga.

Colisiones y choques contra obstáculos y estructuras

A) *Causas*

- Exceso de velocidad.
- Poca visibilidad de las vías de circulación.
- Conducción con poca visibilidad debido a la carga.
- Almacenamiento en zonas de paso.
- Ausencia de señalización de obstáculos y vías de circulación.
- Circulación con carga elevada o mástil elevado (sin carga).
- Suelos resbaladizos, no limpios y/o con obstáculos.

B) *Medidas de prevención/protección*

- Limitar la velocidad de la carretilla cuando la misma constituye un grave riesgo. Señalizar la velocidad máxima de circulación.

- Fijar unos niveles de iluminación adecuados a las vías de circulación, preferiblemente las áreas de giros y cambios de vía.
- Cuando la carga impida o dificulte la visibilidad, se circulará marcha atrás.
- Señalizar con líneas amarillas y negras alternas, o lámparas rojas por la noche, aquellos obstáculos u objetos situados en las vías de circulación (Figura 13).
- Circular con los brazos de horquilla entre 15 y 20 cm por encima del suelo.
- Mantener las áreas de trabajo libres de obstáculos, y los suelos limpios (sin aceite, grasas, etc.).

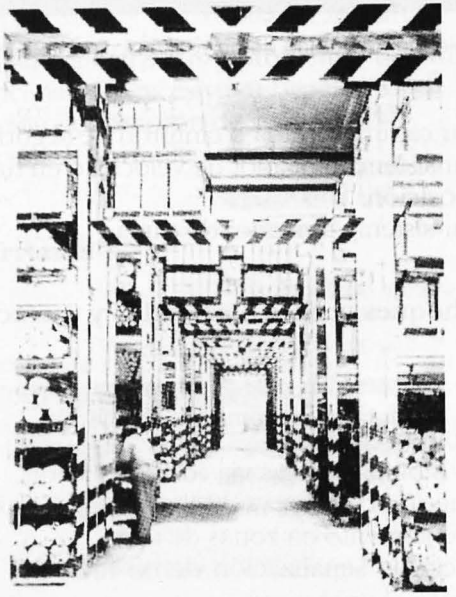


Figura 13. Señalización de obstáculos en vías de circulación.

Colisiones y choques contra otros vehículos

A) *Causas*

- Por exceso de velocidad, vías de circulación inadecuadas, defectos en la señalización, etc.

B) *Medidas de prevención*

- Reducir las intersecciones. Prever sentidos únicos y anchura suficiente de las vías de circulación. En circulación de sentido único la anchura del pasillo será la anchura de la carretilla más 50 cm a cada lado. Si hay doble sentido de circulación se considerará 40 cm como la distancia de separación entre ambos vehículos más la anchura de los dos vehículos y los 50 cm de espacios laterales a cada lado (Figura 14).
- Accionar la bocina y reducir la velocidad en cruces peligrosos.
- Limitar la velocidad a las condiciones del local.

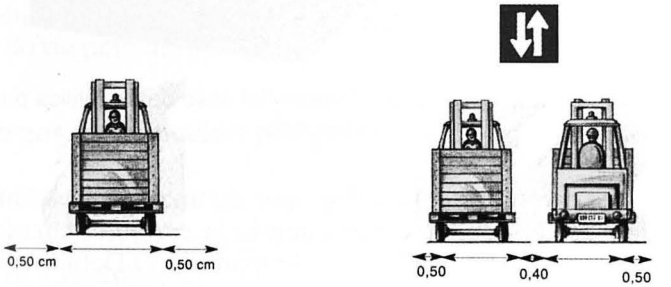


Figura 14. Sentido único y doble sentido.

Colisiones y choques con peatones

A) *Causas*

- Atropellos a peatones por exceso de velocidad, falta de visibilidad, vías de circulación inadecuadas, etc.

B) *Medidas de prevención*

- Dotar a la carretilla de señalización acústica e iluminación rotativa.
- Evitar entrada de vehículos y peatones por la misma puerta de acceso a talleres, almacenes, etc. (Figura 15).
- Abordar las puertas batientes reduciendo la velocidad y extremando las precauciones.
- No aparcar la carretilla en intersecciones o zonas de paso.
- Estacionar la carretilla con los brazos de horquilla colocados de plano sobre el suelo.

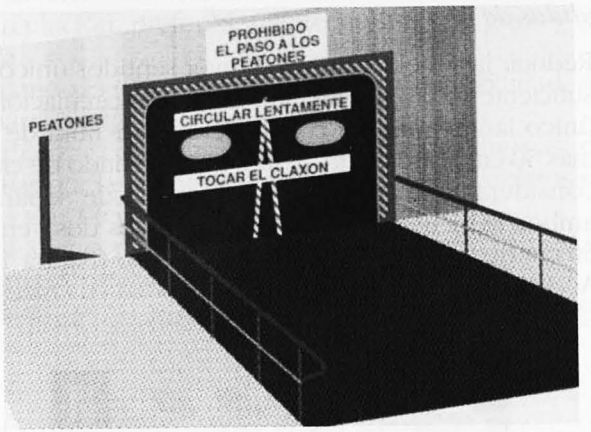


Figura 15. Paso de peatones diferente del paso de carretillas para evitar colisiones.

Todas las carretillas deben disponer de una señalización acústica y/o luminosa que deberá actuar cuando la carretilla circula marcha atrás, (Real Decreto 1215/97, anexo I, apartado 1) Debido a la posibilidad de que la carretilla se mueva en un ambiente ruidoso, y también por las molestias que genera al propio conductor la señal acústica, la señalización luminosa (giro faro) está más implantada.

Caída de personas. Elevación de personas

A) *Causas*

- Elevación de personal en paleta u horquilla de la carretilla para acceso a estanterías o trabajos de mantenimiento.

B) *Medidas de prevención/protección*

- Señalizar y prohibir la utilización de la carretilla para la elevación de personal.
- Prohibir la utilización de box de seguridad, adaptados a la carretilla.

Caída de personas. Transporte de personas

A) *Causas*

- Caída de personas que sean transportadas por carretillas en cabina o en las horquillas.

B) *Medios de protección*

- Señalizar y prohibir la utilización de la carretilla como vehículo de transporte de personas, excepto las carretillas de dos asientos, por ejemplo las utilizadas para instruir.
- Instruir al operador de los riesgos de transporte no autorizado de personas.

Otros riesgos. Conducción por personas no cualificadas

Medidas de prevención

- Deberá efectuarse una autorización expresa para el manejo de carretillas.
- Señalizar y prohibir la utilización de la carretilla por personal no autorizado.
- La llave de contacto debe estar sólo en posesión del carretillero autorizado, que la retirará al abandonar la carretilla.
- Los conductores de carretillas elevadoras, deberán poseer unas buenas condiciones físicas y ser aptos en el reconocimiento médico para el uso de este equipo.

Lesiones lumbares

A) *Causas*

- Vibraciones transmitidas al operador de la carretilla.
- Postura mantenida del operador en el asiento.

B) *Medidas de prevención*

- Utilizar neumáticos adecuados a las superficies de circulación. Los neumáticos de cámara de aire absorben mejor la vibración que los neumáticos macizos.

- Mantener el pavimento liso y uniforme.
- Evitar en lo posible la conducción marcha atrás.
- En caso de continuidad excesiva en marcha atrás, estudiar la utilización de una carretilla con asiento adecuado a los trabajos a realizar (a asientos giratorios), o carretillas de carga lateral (Figura 16).
- El asiento del operador estará dotado de suspensión y será anatómico y regulable en altura y horizontalmente.

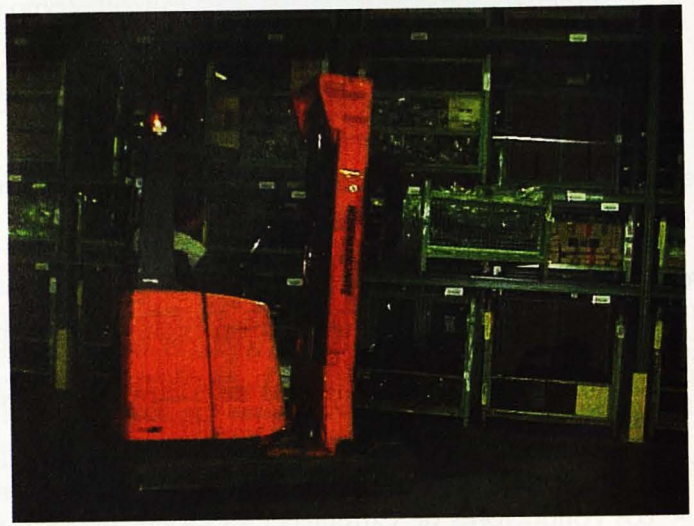


Figura 16

Intoxicaciones y quemaduras

A) *Causas*

- Áreas de trabajo con poco volumen de aire o ventilación insuficiente.

B) *Medidas de prevención*

- Utilizar carretilla adecuada (térmica o eléctrica), de acuerdo con las características del local de trabajo.
- Efectuar el llenado de carburante en un local bien ventilado.

- Pantallas anticalor o antirradiaciones de acuerdo con el producto transportado o en función de la necesidad de acceso de la carretilla a lugares peligrosos (fundiciones, hornos, etc.).

Incendios y/o explosiones

Medios de protección

- Recarga de baterías eléctricas en local adecuado, bien ventilado.
- Utilización de carretillas especiales si existe locales con ATEX (carretillas antiexplosivas certificadas según R.D. 400/1996).
- Dotar a la carretilla de motor térmico de dispositivo de retención de chispas (apagallamas), a la salida del tubo de escape.
- Revisión periódica, según fabricante, de la combustión en las carretillas de motor térmico.
- Equipar la carretilla con un extintor adecuado, si el local de trabajo tiene riesgo de incendio.

NORMAS DE UTILIZACIÓN PARA OPERADORES

Recogida de una carga

- Cerciorase que la carga no sobrepase la capacidad nominal de la carretilla, que viene indicada en las placas de capacidades de carga y que depende de la altura de elevación y de la distancia del centro de gravedad.
- Aproximarse paulatinamente al puesto de apilado y colocar las horquillas a la misma altura de la paleta.
- Comprobar que la distancia entre las horquillas corresponde a los orificios de la paleta.
- Para la recogida de la paleta es necesario que el mástil esté en posición vertical.
- Avanzar lentamente hasta que el dorso de la horquilla tenga contacto con la carga o la paleta.
- Accionar el freno de estacionamiento, levantar un poco la carga e inclinar el mástil hacia atrás (Figura 17).

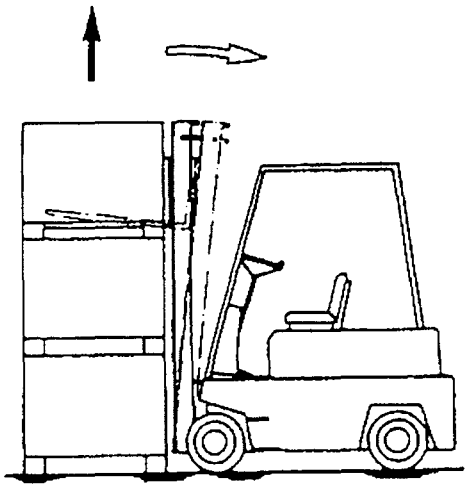


Figura 17. Inclinar el mástil hacia atrás.

- Soltar el freno de estacionamiento. Cerciorarse que está libre el paso hacia atrás, retroceder paulatinamente y bajar la carga.
- Para trabajar sin problemas con la carga a gran altura, es imprescindible que el piso tenga unas características perfectas. Además, es conveniente el uso de neumáticos macizos que dan una mayor estabilidad a la carga y no presentan problemas de pinchazos o reventones.

Traslación con carga

- Transportar la carga lo más baja posible, teniendo en cuenta la distancia necesaria sobre el suelo.
- Efectuar el transporte de carga siempre, usando ambas horquillas. Para el transporte de cargas pesadas es muy importante que el peso se reparta homogéneamente en las dos horquillas.
- Avanzar siempre con una velocidad uniforme.

Colocación de la carga (Figura 18)

- Detenerse poco antes de llegar al punto de apilado y levantar la carga con un margen de seguridad por encima de la pila.

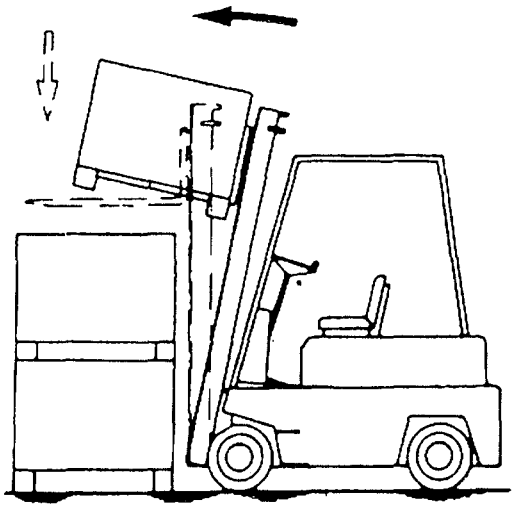


Figura 18. Colocación de la carga.

- Avanzar la carga hasta colocarla directamente encima de la pila y accionar el freno de estacionamiento.
- Poner el mástil en posición vertical y bajar la carga hasta que las horquillas queden libres de peso.
- Cerciorarse de si se puede retroceder sin peligro. Soltar el freno de mano, retroceder paulatinamente y bajar las horquillas.

MANTENIMIENTO

Un adecuado mantenimiento ha de perseguir un buen funcionamiento de las carretillas con el fin de evitar todo peligro para las personas y/o instalaciones.

El mantenimiento preventivo se hará siguiendo las recomendaciones del constructor, que haya adjuntado como documentación a la entrega de la carretilla.

El usuario tiene la obligación de comprobar el estado de las carretillas, tal como nos indica el Real Decreto 1215/97, de 18 de Julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.

En términos generales, se efectuará el mantenimiento preventivo ejerciendo un control periódico sobre:

1. Órganos de marcha: dirección, frenos, ruedas, elementos de mando, sistema apaga chispas, sistema luminoso-acústico, etc.
2. Sistema de elevación: sistema hidráulico, horquillas, apoya-cargas, etc.
3. Cabina o protección del conductor, etc.
4. Otros: paro de emergencia, sistema validación, asiento conductor.

También es conveniente realizar unas revisiones diarias, de los elementos de seguridad, que puede ser llevada a cabo por el propio operador de la carretilla, ayudado de una lista de chequeo (Figura 19).

Es necesario que el habitáculo de la carretilla se mantenga en perfecto estado, limpio y ordenado.

Formación

El empresario debe garantizar una formación adecuada sobre los riesgos derivados de la utilización de las carretillas elevadoras, así como de las medidas de prevención y protección que hayan de adoptarse.

Esta formación debe ser tanto teórica como práctica.

La Ley de Prevención de Riesgos Laborales, así como el Real Decreto 1215/97, inciden en la obligación del empresario en materia de formación e información.

Básicamente consistirá en formación sobre los riesgos del entorno y propios generados por el equipo, así como capacitarlo para la «utilización» de la carretilla.

Selección de compra de equipos

Como premisa y criterio en la selección y compra de una carretilla es necesario saber las necesidades y requerimientos del trabajo a realizar (capacidad de carga, longitud de horquillas, altura apilamiento, dimensiones de los pasillos, maniobrabilidad del equipo, motor eléctrico o de combustión, etc) y adquirir la carretilla que los satisfaga. Se destaca la gran importancia que tiene una buena selección del equipo, sin olvidar la obligatoriedad de este punto, como así lo refleja el R.D. 1215/97.

Lista de revisión diaria de carretillas	OK	NOK
1. El freno de pie funciona correctamente.		
2. El freno de mano funciona y mantiene el equipo inmovilizado.		
3. Al girar el volante, también lo hacen las ruedas. No se detectan holguras excesivas.		
4. La dureza al girar el volante es la habitual en este tipo de vehículo.		
5. El paro de emergencia imposibilita los movimientos de la carretilla.		
6. Si dispone de sistema de hombre muerto (asiento, pedal, freno mano, etc), este funciona.		
7. Dispone de avisador acústico y señalización luminosa para marcha atrás.		
8. Funcionan las luces delanteras.		
9. Los demás sistemas de señalización funcionan (claxon, intermitencia).		
10. La regulación del asiento es la habitual en este tipo de vehículo y funciona.		
11. El asiento dispone de cinturón de seguridad en perfectas condiciones.		
12. Dispone de placa de información sobre su capacidad de carga.		
13. Las horquillas no están agrietadas ni deformadas.		
14. El sistema elevador funciona correctamente (final de carrera, topes mecánicos).		
15. Las palancas retornan a posición cero (subida, bajada, inclinación).		

Figura 19

Entre otros aspectos básicos se destacan:

- Que la carretilla sea capaz de hacer el trabajo que se le exige y que según sus características pueda hacer.

fecha de fabricación. Su entrada en vigor es desde el 28 de agosto de 1997, y en él se hace referencia a las condiciones de utilización de los equipos de trabajo móviles.

Disposiciones mínimas aplicables a los equipos de trabajo móviles

- Se reducirán los riesgos para los trabajadores transportados.
- Se limitará el riesgo de vuelvo del equipo, con una estructura que impida que el equipo se incline más de un cuarto de vuelta, o con otra que garantice un volumen de protección, en este caso, deberá disponer de un sistema de retención del trabajador al asiento.
- Dispondrán de señalización acústica, si es necesario.
- Si el desplazamiento de los equipos automotores puede ocasionar riesgos, dispondrán de los siguiente dispositivos: que eviten una puesta en marcha no autorizada: que reduzcan las consecuencias de colisión (movimiento de varios equipos sobre raíles); de freno (y si es necesario, dispondrán de freno de emergencia).; que mejoren la visibilidad cuando el campo directo de visión del conductor no sea suficiente; de lucha contra incendios; que paren automáticamente el equipo al salir del campo de control, si se manejan a distancia.

Condiciones de utilización de equipos de trabajo móviles

- La condición estará reservada a trabajadores formados, y deberán establecerse y respetarse unas normas de circulación. Se evitará la presencia de trabajadores a pie en la zona de trabajos de equipos automotores.
- En zonas de trabajo no se utilizarán vehículos con motor de combustión, salvo si se garantiza una renovación de aire suficiente.

Algunas normas UNE relacionadas con las carretillas son:

Carretillas

Norma	Título
UNE 58406: 1995	Carretillas elevadoras de horquillas. Brazos de horquilla con gancho y tableros porta-accesorios. Dimensiones de montaje.
UNE 58421: 2003	Carretillas elevadoras de horquillas. Brazo de horquilla. Características técnicas y ensayos.
UNE 58431: 1987	Carretillas automotoras. Código de seguridad.
UNE-EN 1175-1: 1998	Seguridad de las carretillas de manutención. Requisitos eléctricos. Parte 1: Requisitos eléctricos. Parte 1: Requisitos generales para carretillas alimentadas por acumuladores eléctricos.
UNE-EN 1175-2: 1998	Seguridad de las carretillas de manutención. Requisitos eléctricos. Parte 2: Requisitos generales para carretillas equipadas con motor térmico.
UNE-EN 1525: 1998+A1:2008	Seguridad de las carretillas de manutención. Carretillas sin operador y sus sistemas.
UNE-EN 1526: 1998	Seguridad de las carretillas industriales. Requisitos adicionales para las funciones automáticas en las carretillas.
UNE-EN 1459: 2000	Seguridad de las carretillas de manutención. Carretillas autopropulsadas de alcance variable.
UNE-EN 1551: 2000	Seguridad de las carretillas de manutención. Carretillas autopropulsadas de capacidad superior a 10.000 kg.
UNE-EN 1726-1: 2000	Seguridad de las carretillas de manutención. Carretillas autopropulsadas de capacidad hasta 10.000 kg inclusive y tractores industriales con un esfuerzo de tracción al gancho hasta 20.000 N inclusive. Parte 1: Requisitos generales.
UNE-EN 1726-2: 2001	Seguridad de las carretillas de manutención. Carretillas autopropulsadas de capacidad hasta 10.000 kg inclusive tractores con un esfuerzo de tracción al gancho hasta 20.000 N inclusive. Parte 2: Requisitos adicionales para las carretillas con puesto del operador elevable y carretillas diseñadas específicamente para desplazarse con la carga en posición elevada.
UNE-EN 1755: 200+A1:2009	Seguridad en las carretillas de manutención. Funcionamiento en atmósferas potenciales explosivas. Utilizadas en ambientes con gases, vapores, nieblas y polvos inflamables.
UNE-EN 1757-1: 2002	Seguridad de las carretillas de manutención. Carretillas de propulsión manual. Parte 1: Carretillas apiladoras.
UNE-EN 1757-2: 2002	Seguridad de las carretillas de manutención. Carretillas de propulsión manual. Parte 2: Transpaletas.
UNE-EN 12053: 2002+A1:2008	Seguridad de las carretillas de manutención. Métodos de ensayo para la medición de las emisiones de ruido.
UNE-EN 13059: 2002+A1:2008	Seguridad de las carretillas de manutención. Métodos de ensayo para la medición de vibraciones.

5. EQUIPOS ELEMENTALES DE ELEVACIÓN

Como equipos elementales de elevación, se destacan las poleas y los polipastos:

Poleas

Se define polea como la rueda que tiene en su periferia un canal por la que pasa una cuerda, cable o cadena y que gira alrededor de un eje. Está destinada a transformar un movimiento lineal de dirección diferente.

Lleva una llanta circular de garganta o roldana, unida a un eje por un disco macizo o de radios. El eje está montado sobre una pletina (estribo) que termina en un gancho.

La polea es una caso especial de palanca. En ella, el brazo de potencia y el brazo de resistencia son radios de la circunferencia de la polea (Figura 20).

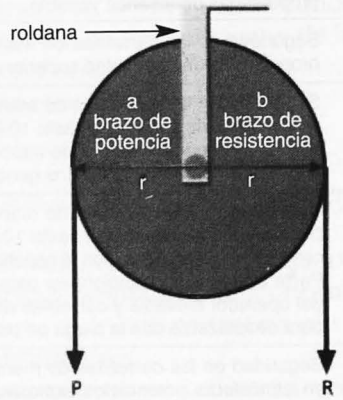


Figura 20. Esquema de polea fija.

El esfuerzo requerido para elevar una carga será igual al peso de la carga, (P = R).

Las poleas deben reunir las siguientes condiciones:

- El diámetro de las poleas debe ser igual al menos a 22 veces el del cable, cuerda o cadena.

- Las poleas deben estar provistas de un dispositivo que impida que el cable salga de la garganta.
- Las poleas de elevación o de polipasto que se encuentran al aire y accesibles a la mano, deben estar provistas de un mecanismo de protección que impida el atrapamiento de la mano entre el cable y la roldana.

Polipastos

También llamadas trócolas, son un conjunto de poleas montadas locas sobre un eje. Cuando se realiza la unión de dos trócolas por medio de una cuerda o de un cable, constituye un aparejo simple o polipasto.

El «aparejo diferencial» está compuesto por una trócola y varias poleas móviles (Figura 21). Las poleas de la trócola deben estar provistas de un resguardo, que impida el acceso de las manos a los puntos de atrapamiento.

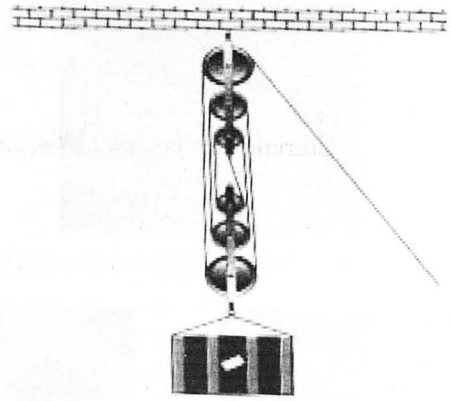


Figura 21. Polipasto de 3 poleas.

Es importante tener en cuenta que el valor generalmente decisivo es el límite seguro de la carga de trabajo de los bloques de poleas, no el de rotura de la cuerda. La razón es que al multiplicar el número de poleas y ramales de la cuerda, se aumenta el peso de carga admisible por ella, pero no el de los bloques de poleas.

Una clasificación de los polipastos es en función de su forma de accionamiento, y pueden dividirse en manuales y motorizados.

En los polipastos de accionamiento manual la elevación y descenso se realiza con sistema reductor, permitiendo con pequeños esfuerzos levantar cargas importantes.

Para facilitar la traslación manual de la carga puede utilizarse un perfil metálico (Figura 22) o sistemas monorraíles suspendidos, también llamados perfiles guía de rodadura (Figura 23).

En los polipastos motorizados para la elevación y descenso de las cargas, su accionamiento habitualmente es por medio de botonera.

La traslación se realiza con el sistema de rodillos sobre el carril, tirando de la botonera. El cable de la botonera debe estar reforzado para evitar que la manguera eléctrica sufra tensión durante la tracción (Figura 24).



Figura 22. Polipasto manual de cadena.



Figura 23. Guía tipo «KBK».



Figura 24. Polipasto motorizado de cadena.

La botonera tendrá un dispositivo de parada de emergencia y los mandos de accionamiento estarán debidamente señalizados.

Algunos riesgos que presentan los polipastos son: Caídas de objetos, sobreesfuerzos, atrapamientos y golpes con la carga.

Medidas de prevención/protección

- No situarse debajo de una carga suspendida.
- Revisión periódica de los elementos sometidos a esfuerzo.
- No sobrepasar la carga máxima de trabajo del equipo.
- No intentar controlar o parar una carga pesada de forma manual.
- Accesibilidad a la zona de eslingado, sin requerir posiciones forzadas del tronco.
- Trasladar la carga a suficiente altura para librar los posibles obstáculos.
- Cuando la carga no disponga de suficiente espacio libre, se deberán extremar las precauciones y proceder a despejar de personas la zona por donde se debe pasar.
- Colocar topes mecánicos en los finales de recorrido del equipo.
- Utilización de zapatos y guantes de seguridad.

6. PUENTES-GRÚA

Descripción

Los *puentes-grúa* son aparatos destinados al transporte de materiales y cargas en desplazamientos verticales y horizontales en el interior y exterior de industrias y almacenes (Figura 25).

Constan de una o dos vigas móviles sobre carriles, apoyadas en columnas, consolas, a lo largo de dos paredes o apoyos longitudinales, opuestas y equidistantes entre sí, pudiendo estar tanto dentro como fuera del edificio.

El bastidor del puente-grúa consta de dos vigas transversales en dirección a la luz de la nave (vigas principales) y de uno o dos pares de vigas laterales (testeros), longitudinales en dirección a la nave y que sirven de sujeción a las primeras y en donde van las ruedas (Figura 26).

Para grandes luces y cargas elevadas se sustituyen las vigas de palastro de alma llena, por las más ligeras de celosía o en cajón rectangular.

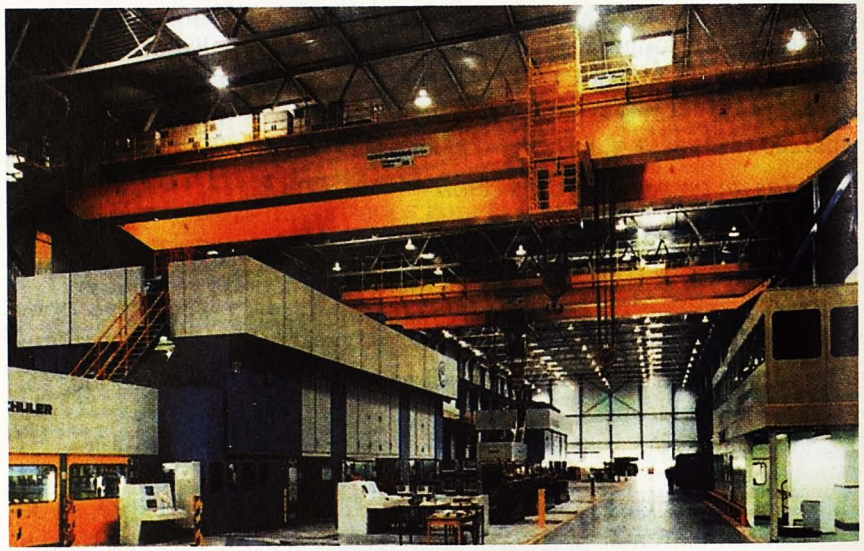


Figura 25. Puente-grúa.

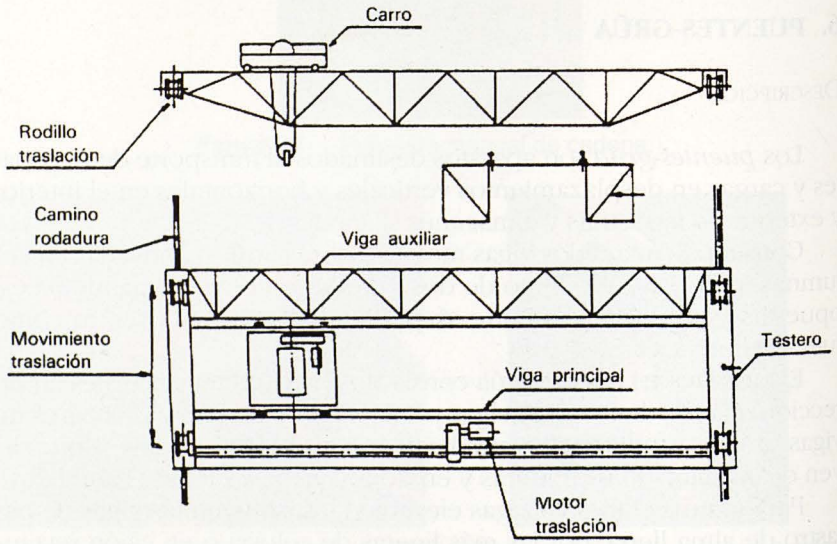


Figura 26. Vigas, testeros, carro y motor de un Puente-Grúa.

Componentes de un puente-grúa

Desde el punto de vista de seguridad se consideran tres partes diferenciadas:

a) El puente. Se desplaza a lo largo de la nave.
b) El carro. Se desplaza sobre el puente y recorre el ancho de la nave (Figura 27).
c) El gancho. Va sujeto del carro mediante el cable principal, realizando los movimientos de subida y bajada de las cargas.

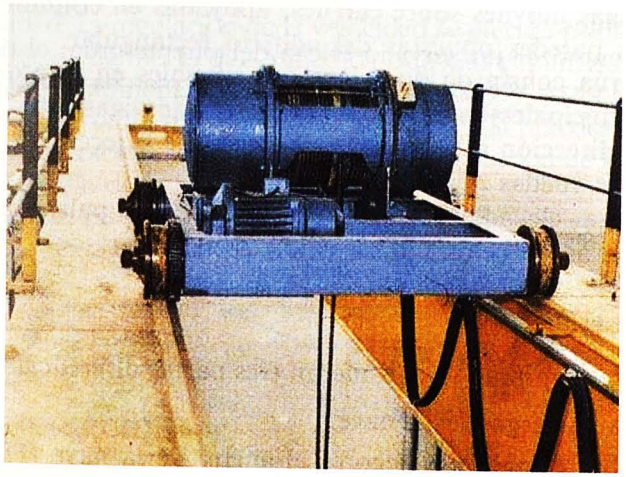


Figura 27. Vista del carro, ruedas motrices y tambor de arrollamiento.

Movimientos de un puente-grúa

Los tres movimientos que realiza un puente-grúa son:

1. Traslación del puente. En dirección longitudinal a la nave. Se realiza mediante un grupo moto-reductor único, que arrastra los rodillos motores por medio de semiárboles de transmisión.
2. Orientación del carro. Traslado de carro a lo largo del puente.
3. Elevación-descenso. La carga es subida o bajada por efecto del motor que sujeta el gancho con la ayuda de un cable principal.

CARACTERÍSTICAS DE LOS PUENTES-GRÚA

Además de los aspectos indicados anteriormente en la clasificación de los puentes-grúa, existen una serie de datos básicos dependiendo del tipo de grúa-puente, como son:

1. Velocidades de traslación

Es imprescindible que exista una relación correcta entre la velocidad de traslación final y los valores de aceleración y deceleración correspondientes.

Para garantizar un servicio eficaz del puente-grúa, el tiempo de traslación a plena velocidad, será un 85% de la marcha total (Figura 28).

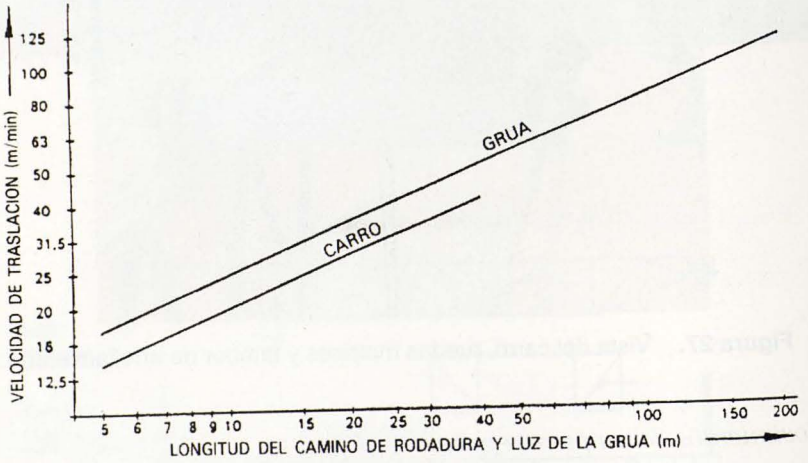


Figura 28. Relación entre velocidades de traslación y longitud del camino de rodadura (criterios recomendables).

2. Motores de accionamiento

Según el tipo de empleo que vaya a tener el puente-grúa, así será el tipo de motor a utilizar en el transporte.

Básicamente los hay de dos tipos, que son:

Motores de corriente continua. Con su correspondiente equipo de regulación de velocidad. Se trata de equipos caros, muy delicados y que necesitan mucho mantenimiento. En la actualidad su existencia está muy limitada a puentes-grúa ya instalados.

Algunos de los motores que se utilizan en estos casos son: motor en serie, en *shunt* y *compound*.

Motores de corriente alterna. Estos están configurados tomando como base de los motores siguientes:

- *Motor asíncrono de rotor bobinado:* es el más utilizado en la actualidad. La regulación de la velocidad se efectúa por resistencias rotóricas, de modo que a medida que van eliminándose las resistencias aumenta la velocidad del motor.
- *Motor de rotor en cortocircuito:* basado en la práctica en el principio de rotor deslizante, consiguen la regulación de la velocidad en función de la frecuencia de la red a partir de un convertidor de la red, primero a corriente continua y después a alterna con la frecuencia regulada (Figura 29).

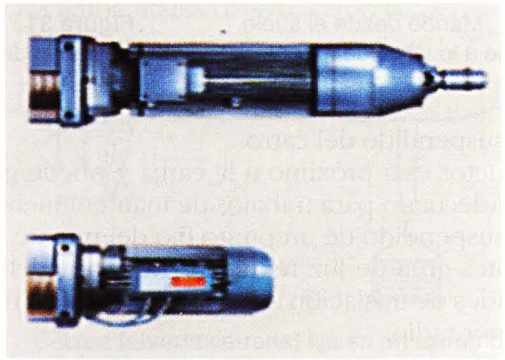


Figura 29. Ejemplos de motores de accionamiento. Corriente continua y alterna

3. Tipos de mando de puentes-grúa

Según el tipo de condiciones de servicio, la utilización del sistema de mando en los puentes-grúa puede ser:

MANDO DESDE EL SUELO

a) Desplazable a lo largo del puente (Figs. 30 y 31).
Permite guiar la carga manualmente y permite mantener una distancia de seguridad entre el conductor y la carga. Se recomienda para velocidades máximas de traslación de 63 m/minuto.

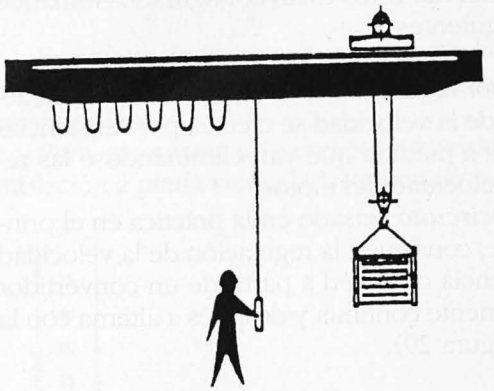


Figura 30. Mando desde el suelo, desplazable a lo largo del puente.



Figura 31. Botonera para mando desde el suelo.

b) Mando suspendido del carro.
El conductor está próximo a la carga y puede guiarla manualmente. Adecuado para trabajos de mantenimiento y montaje.
c) Mando suspendido de un punto fijo del puente. Sólo utilizable en puentes-grúa de luz reducida. Tampoco debe utilizarse en velocidades de traslación superiores a 63 m/minuto.
d) Mando por radio.
Se utilizará, entre otras opciones, cuando el conductor no pueda acompañar a la grúa (centrales de energía nuclear, instalaciones de depuración de aguas, talleres de decapado y galvanización, etc.) (Figura 32).
Se puede utilizar para velocidades de traslación superiores a 63 m/minuto.

Si el mando es por radio, existirá finales de carrera si la velocidad de desplazamiento supera los 40 m./min. (UNE 58132-6:91).

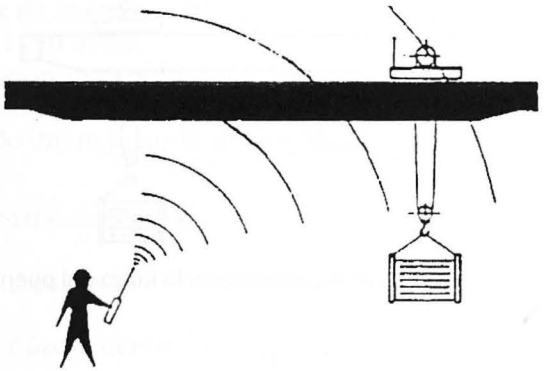


Figura 32. Sistema de mando por radio desde el suelo.

MANDO DESDE LA CABINA

a) Cabina abierta/cerrada, fija en un extremo del puente (Figura 33). Tiene las ventajas de la visión de la carga y del trayecto del transporte. El conductor deberá estar protegido de las inclemencias ambientales (polvo, calor, etc.).

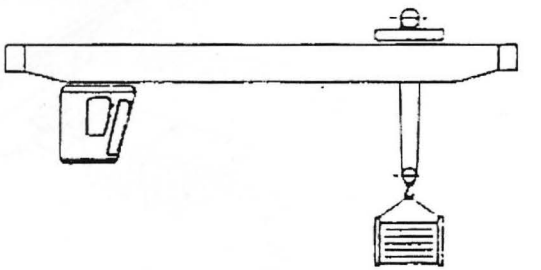


Figura 33. Cabina (abierta/cerrada) fija en un extremo del puente.

b) Cabina montada en el centro del puente.
Este sistema se utiliza para puentes-grúa de gran luz, al objeto de conseguir una buena visibilidad para el conductor.
c) Cabina montada en el carro.
Adecuada cuando se trata de apreciar exactamente la carga y en trabajos de reparación y montaje.
d) Cabina desplazable a lo largo del puente (Figura 34). Muy empleada en el transporte de materiales muy voluminosos.

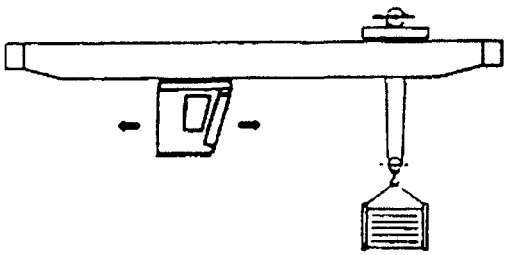
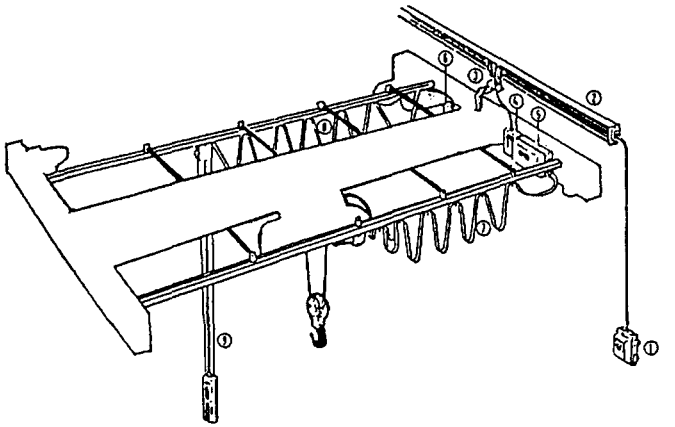


Figura 34. Cabina desplazable a lo largo del puente.

Conexiones del puente-grúa a la red

Existen varios sistemas de conducción de corriente a la red:

a) Mediante línea de contacto descubierta y con envoltura.
b) Conducción por línea desplazable con cortina y tambor enrollador de cable.
c) Conducción por línea desplazable con cable plano en forma de cortina (Figura 35).



1. Interruptor de conexión a la red.
2. Línea de conexión de corriente.
3. Carrito tomacorriente.
4. Interruptor seccionador.
5. Caja de contactores.
6. Caja de bornas.
7. Cable conductor plano de arrastre para el carro.
8. Cable conductor plano de arrastre para la botonera de mando desplazable.
9. Botonera y cable de mando.

Figura 35. Componentes de un puente-grúa.

Las líneas de contacto están constituidas por hilos de cobre o aluminio de 25 a 150 m/m².

La instalación se deberá poner fuera de servicio mediante un interruptor general de accionamiento manual, colocado en el circuito principal y situado en un lugar fácilmente accesible desde el suelo.

Elementos de elevación (ganchos-cables)

Las características de estos elementos son, básicamente:

1. *Ganchos. Clasificación*

- Según su forma: simple, en C, doble, etc.
- Según modo sujeción: simple de ojal y espiga, en C de ojal y espiga, doble de ojal y espiga, etc.
- Según su utilización: uso general, de marina, de acería, etc..

Las formas y dimensiones de los ganchos vienen indicadas en las normas UNE correspondientes.

Los aceros a emplear deben ser de la clase A-42-c y A-52-d.

Los ganchos serán forjados de una sola pieza y no se admitirán soldaduras en los mismos. Se normalizan a temperaturas entre 880 y 910°.

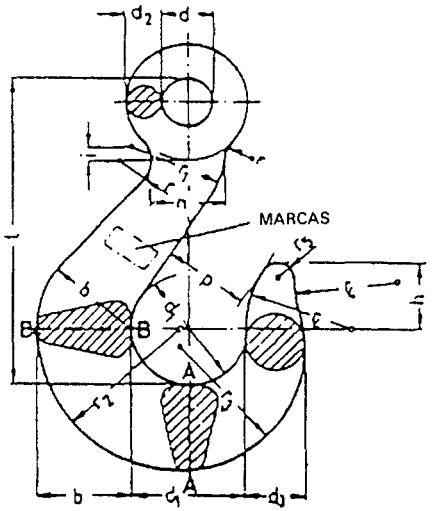


Figura 36. Gancho.

Los ganchos, deberán llevar las siguientes indicaciones:

- Identificación del fabricante.
- Especificación de la carga máxima de utilización, será la misma que la del equipo de elevación.
- Marcado «CE».

El coeficiente de utilización de un gancho es cuatro, por tanto su carga máxima deberá tener como máximo la cuarta parte de la carga de rotura. La carga máxima de utilización es la que viene marcada en el gancho (Figura 36).

Se recomienda una revisión diaria, debería comprender: deformaciones, existencia de cierre o pestillo de seguridad y grietas y fisuras.

Algunas recomendaciones de seguridad son:

- La carga debe apoyar en la zona inferior, nunca en su extremo.
- No deberá tener aristas cortantes o cantos vivos.
- Las eslingas no se cruzarán sobre el gancho

Algunas normas relacionadas con los ganchos; son:

Ganchos	
Norma	**Título**
UNE 1677-2: 2001+A1:2008	Accesorios para eslingas. Seguridad. Parte 2: Ganchos de elevación de acero forjado con lengüeta de seguridad, clase 8.
UNE 1677-3: 2002+A1:2008	Accesorios para eslingas. Seguridad. Parte 3: Ganchos autoblocantes de acero forjado, clase 8.
UNE 1677-5: 2002+A1:2009	Accesorios para eslingas. Seguridad. Parte 2: Ganchos de elevación de acero forjado con lengüeta de seguridad, clase 4.

2. *Cables de elevación*

La función del cable que va enrollado en los tambores es la elevación, transporte y descenso de la carga transportada con el gancho.

Están compuestos por cordones que, a su vez, están trenzados por alambres (Figura 37). Todos los alambres tienen la misma composición química y propiedades físicas.

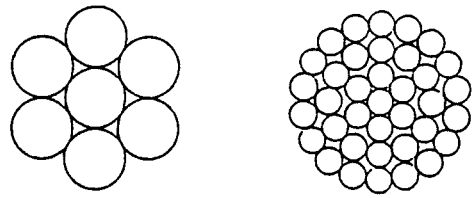


Figura 37. Estructura de cables con cordones de igual diámetro.

Entre las características más importantes de los cables se pueden citar: Diámetro, composición, material, carga de rotura (kgf), masa efectiva (kg/100 m), flexibilidad y proceso de fabricación y acabado (trefilado, galvanizado, etc.).

La carga de rotura de los hilos de acero, que componen los cables, se encuentran incluidos en alguna de las siguientes calidades normalizadas.

- 140 kgf/mm^2
- 160 kgf/mm^2
- 180 kgf/mm^2
- 200 kgf/mm^2

De acuerdo con la forma y distribución de los cordones e hilos de los cables se clasifican en ordinarios y de cordones especiales con alguna de las nomenclaturas siguientes: Seale, Warrington, Filler-Wire, Warrington-seale, antigiratorios, preformados, etc. (Figura 38).

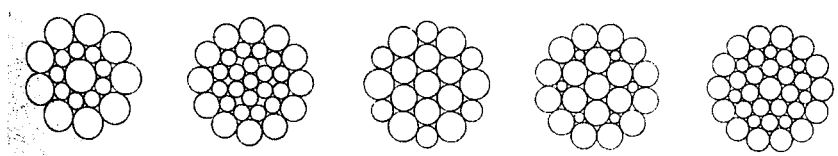


Figura 38

Algunos factores que se deben tener en cuenta en el tipo de cable son:

- La relación entre el diámetro de cable y los diámetros de arrollamiento en poleas, tambores o rodillos.

- El número de cables independientes necesarios para elevar una carga.
- La lubricación y la frecuencia de controles.

El coeficiente de utilización del cable será de 5, y el coeficiente de prueba será el del instrumento de elevación sobre el que se ha instalado el cable.

La norma UNE 58111:91: Cables para aparatos de elevación. Criterios de examen y sustitución de los cables, incluye una serie de defectos tipo y fija los parámetros para su sustitución.

RIESGOS Y PREVENCIÓN EN LOS PUENTES-GRÚA

A) *En el accionamiento*

Por botonera

— Mandos sin identificación o identificación errónea.
— Por golpes contra obstáculos durante el guiado de la carga.

- Normas de seguridad

— Utilización de botoneras con identificación clara de los movimientos y controles.
— Mantener los pasillos de circulación libres de obstáculos y señalizados.

Por radio

Falta de control de la carga por tendencia del manipulador a quedarse parado.

- Normas de seguridad

— Instrucciones al operador para el acompañamiento obligatorio de la carga durante la manipulación de la misma.
— Dirección del movimiento de mando, deberá corresponder al movimiento natural de los miembros.
— Coincidencia de dirección de movimientos en el mando con los efectuados por el puente-grúa.

Por cabina

— No reglaje de la palanca de mando (joystick) para volver a la posición de parada cuando se deja de accionar.
— La palanca de cambio permite realizar dos movimientos del puente grúa al mismo tiempo.
— Cristales no adecuados frente a radiaciones en las ventanas del puente-grúa.
— Dificultad en los accesos a la cabina.
— Ausencia de señalización gestual o señalización defectuosa.

- Normas de seguridad

— La palanca de mando deberá volver automáticamente a su posición neutra, (posición de parada).
— La palanca de cambio llevará topes que impidan realizar a la vez dos maniobras.
— Las cristaleras de la cabina situadas en el suelo y en los laterales a una altura inferior a un metro, estarán protegidas de manera que no exista riesgo de caída de una persona.
— Señalizar correctamente las maniobras, por parte del estibador. En la figura 39 aparecen algunas señales gestuales.

Significado	Descripción	Ilustración
Comienzo: Atención Toma de mando	Los dos brazos extendidos de forma horizontal, las palmas de las manos hacia adelante.	
Alto: Interrupción Fin de movimiento	El brazo derecho extendido hacia arriba, la palma de la mano hacia adelante.	
Fin de las operaciones	Las dos manos juntas a la altura del pecho.	

Figura 39

Las normas para cabinas y acceso a las mismas son las siguientes:

- Cabinas

Serán de construcción robusta, para que pueda soportar todas las cargas habituales de trabajo y estará firmemente amarrada al aparato.

Tendrá una visibilidad máxima compatible con los requisitos estructurales y la seguridad en las operaciones.

Las ventanas de la cabina estarán construidas con cristales de seguridad. En el caso que se utilicen rejillas protectoras en las ventanas del suelo o del techo, la obstrucción de la visión será lo menor posible. Los cristales serán adecuados contra las radiaciones en zonas peligrosas (fundiciones, hornos, etc.).

Ninguna cabina debe abrirse sobre el vacío.

- Dimensiones

La cabina será suficientemente espaciosa como para garantizar que el maquinista pueda trabajar y moverse bajo unas buenas condiciones ergonómicas. Especial atención merece el acceso y abandono de la cabina para que no se interfiera en los dispositivos de mando.

La altura interior de la cabina no debe ser inferior a 1,9 m y estará provista de un pasamanos a 1 m. como mínimo del suelo.

Las demás dimensiones deben ser tales que permitan una conducción cómoda del aparato.

Cuando el conductor trabaje únicamente sentado, puede disminuir la altura de la cabina. En ningún caso la distancia vertical entre el asiento y el techo de la cabina, puede ser inferior a 1 m.

El asiento permitirá el giro, para mejorar el acceso al puesto, estará perfectamente fijado al suelo de la cabina, dispondrá de regulaciones tanto en el asiento como en el respaldo y estará amortiguado para minimizar las vibraciones del equipo.

- Calefacción

Los puestos de mando cerrados para ser utilizados en intemperie y los que se encuentren en naves no caldeadas, deberán ser acondicionados.

Los aparatos de calefacción eléctrica deben ser tales que las piezas bajo tensión no puedan, en servicio normal, ser tocadas involuntariamente.

- Accesos a las cabinas

La cabina estará equipada de un medio de acceso con todas seguridades posibles.

De un modo general, debe efectuarse por medio de escalas, escaleras y pasarelas que cumplan las reglas generales expresadas seguidamente:

a) Si el piso del puesto de mando se encuentra a menos de 5 m. del suelo, el acceso podrá limitarse a ciertas posiciones del aparato siempre que esté equipado de una posibilidad de descenso de socorro (escala o cuerda).
b) En los casos de acceso directo por una escalera, plataforma o pasarela la separación horizontal del acceso al puesto de mando no deberá ser superior a 0,15 m y la separación vertical entre la plataforma y el piso del puesto de mando no deberá ser mayor de 0,25 m.

- Acceso por los caminos de rodadura

Los pasillos a lo largo de los caminos de rodadura situados a una altura sobre el suelo superior a 1 m. no pueden utilizarse como acceso normal a la cabina a no ser que se cumplan las condiciones siguientes:

a) La distancia horizontal entre todo obstáculo fijo (a excepción de los pasamanos) y toda parte móvil del aparato de elevación no debe ser inferior a 0,5 m.
b) La altura entre el piso del pasillo y todo obstáculo situado por encima no debe ser inferior a 1,8 m.

c) El pasillo debe estar provisto al menos de una barandilla del lado que da al vacío opuesto al aparato. Si este lado es una pared maciza, es suficiente un pasamanos. Este pasamanos puede suprimirse a lo largo de los obstáculos de longitud inferior a 1 m.

- Escaleras y escalas

El acceso a alturas superiores a 0,5 m. debe asegurarse por medio de escaleras o escalas.

Las escalas deben disponer de descansillos a una distancia vertical de 8 m como máximo.

- Escalas

La pendiente de las escalas debe estar comprendida entre 70 y 90°.

La anchura mínima de las escalas será de 0,4 m.

La distancia entre los escalones debe ser constante y no sobrepasar los 0,3 m. Los escalones serán antideslizantes.

La distancia mínima entre la parte posterior de los escalones y el objeto fijo más próximo será de 0,16 m.

Las escalas de altura mayor de 4 m deben, a partir de 2 m estar provistas de aros quitamiedos.

El quitamiedos debe tener un espacio libre de 0.4 m a ambos lados del eje de la escala y 0,75 m entre la escala y la pared más próxima. Sus anillos deben estar separados 1,5 m como máximo y estar unidos entre sí por tres barras longitudinales (Figura 40).

Las aberturas de paso de una escala deberán tener unas dimensiones mínimas de 0,63 m × 0,63 m o un Ø de 0,8 m.

B) *Por ausencia de pasarelas y barandillas*

- Caída de operarios durante las operaciones de mantenimiento.
- Atropellos de operarios en operaciones de mantenimiento por insuficiente anchura de las plataformas y existencia de distancias no reglamentarias con respecto a obstáculos fijos.

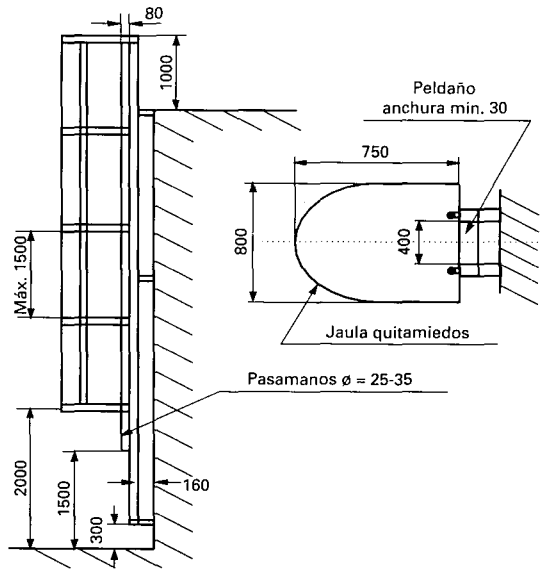


Figura 40. Condiciones de las escalas de acceso.

- Normas de seguridad

Las pasarelas, plataformas y las distancias entre obstáculos y elementos del puente-grúa, cumplirán las siguientes condiciones (Figura 41).

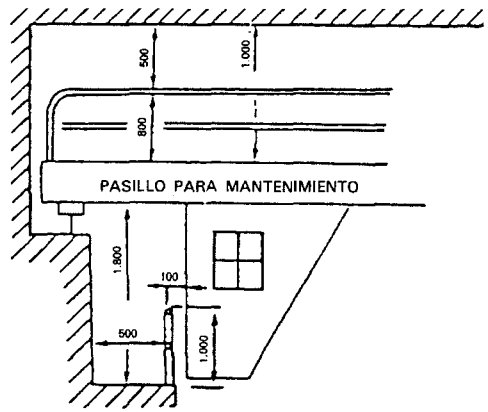


Figura 41. Condiciones de los pasillos de mantenimiento y de acceso.

- Pasarelas y plataformas

La anchura de paso de las pasarelas no debe ser inferior a 0,5 m.

La distancia mínima vertical entre el gálibo de paso de aparato de elevación y las superficies de circulación situadas debajo no debe ser inferior a 1,8 m.

Esta distancia puede reducirse a 1,3 m. en accesos raramente ulilizados (incluido mantenimiento), debiendo entonces aumentar la achura a 0,7 m. Cuando, en casos excepcionales, sea imposible respetar las distancias de seguridad antes citadas, debe observarse una de las medidas siguientes:

a) Un enrejado rígido de protección que obligue al personal a permanecer por detrás de la zona peligrosa.
b) Un dispositivo con enclavamiento y bloqueo que impida el acceso a la pasarela o plataforma cuando el aparato esté de servicio.

Los aparatos mandados solamente desde el suelo pueden no tener pasarelas.

- Barandillas

Las pasarelas y plataformas situadas a una altura sobre el suelo superior a 1 m. deben estar provistas de barandillas sobre los lados que dan al vacío.

Para las pasarelas y plataformas de entretenimiento solamente es necesario una barandilla. Un pasamanos situado del lado opuesto al vacío y fijado a una pared, puede hacer las veces de barandilla.

La barandilla se compone de:

- Un larguero superior a 1 m de altura. Esta altura puede reducirse a 0,8 m para las pasarelas y plataformas de mantenimiento con obstáculos superiores a una altura de 1,3 m.
- Un larguero intermedio a media altura del superior.
- Un rodapié de una altura mínima de 0,1 m.

La distancia vertical entre el larguero superior y todo elemento situado por encima, fijo o móvil, con relación a ella, no debe ser inferior a 0,5 m.

La distancia vertical entre cualquier parte de un aparato móvil y todo obstáculo situado por encima, fijo o móvil con respecto al aparato, no debe ser inferior a 0,5 m (Figura 42). Esta prescripción no es aplicable a los elementos de toma de corriente.

La distancia vertical entre cualquier parte de un aparato y otra del edificio de las instalaciones fijas situadas por debajo no ha de ser inferior a 0,5 m. Esta prescripción no es aplicable con respecto al suelo y para los puentes-grúa cuyo movimiento de translación se efectúa a mano.

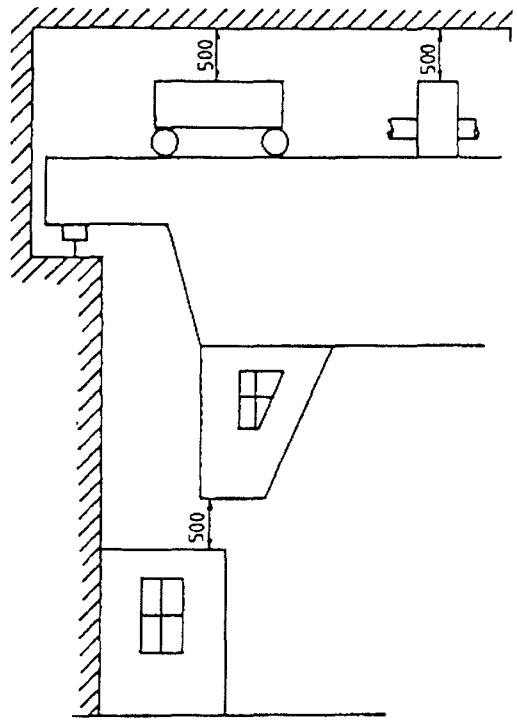


Figura 42. Distancias entre obstáculos y elementos del aparato.

C) *Por fallo/ausencia de finales de carrera y dispositivos limitadores*

- Riesgo de golpes con la carga por oscilaciones originadas al chocar contra los topes.
- Riesgo de rotura de sistema de elevación por sobrecarga y daños en la estructura del puente.
- Riesgo de caída de la carga por ausencia de mantenimiento adecuado de los finales de carrera.
- Choques entre puentes-grúa que circulan por el mismo camino de rodadura.
- Choque entre un puente-grúa contra otro que está parado por operaciones de mantenimiento.

- Normas de seguridad

Los puentes-grúa deben estar provistos de los siguientes dispositivos:

- Final de carrera superior e inferior del movimiento de elevación.
- FIinal de carrera máximo y mínimo de traslación del carro.
- Final de carrera de traslación del puente.

Estos finales de carrera serán complementarios a los de servicio del puente-grúa, y deben permitir el movimiento en sentido inverso después de ser desenclavados, no debiendo servir de parada en servicio normal.

Es necesario que exista topes físicos, (amortiguadores hidráulicos, en goma, o con resortes), capaces de absorber la mitad de la energía cinética a la velocidad de traslación normal, y que eviten posibles descarrilamientos, tanto del puente como del carro transversal.

Si dos o más aparatos de elevación trabajan sobre una vía común, habrán de estar equipados con dispositivos para evitar un choque peligroso (Figura 43).

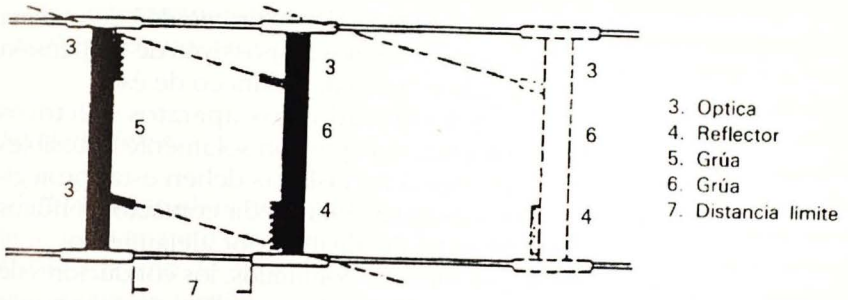


Figura 43. Dispositivo anticolisión regulación de distancia.

Los puentes-grúa deben llevar un limitador de sobrecarga, cuando se sobrepase una carga máxima de utilización de 1.000 kg (Figura 44). En caso de motores térmicos, los limitadores de sobrecarga pueden ser reemplazados por señales ópticas o acústicas funcionando en las mismas condiciones.

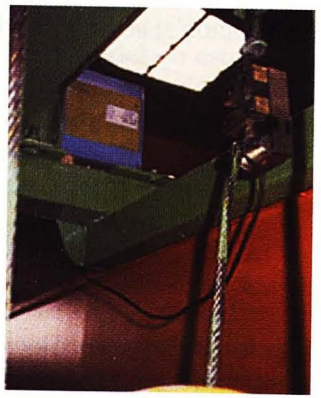


Figura 44. Limitador de sobrecarga.

Otras condiciones de seguridad eléctricas

PROTECCIÓN DE PIEZAS BAJO TENSIÓN

Todas las piezas bajo tensión en servicio deben estar aisladas o protegidas en toda su longitud, en aquellos emplazamientos donde puede producirse un contacto accidental con el personal.

Los troles deben estar además colocados o protegidos de manera que no puedan ponerse en contacto con los dispositivos de suspensión de la carga o con la carga misma en caso de balanceo de ésta.

En los locales donde estén colocados los aparatos eléctricos (cables /barras y sistemas colectores) y que son solamente accesibles a un personal autorizado, las piezas no aisladas deben estar protegidas por medio de obstáculos destinados a impedir contactos fortuitos o con protección por puesta fuera de alcance por alejamiento.

En casos de alimentación por trole o por anillos, los conductores de puesta a tierra deben tener sus propios troles o anillos cuyos soportes deben ser identificables. No es necesario que estos soportes estén aislados.

Se consideran conectados a tierra los equipos montados sobre elementos de estructura metálica del edificio, si dicha estructura ha sido previamente conectada previamente a tierra y satisface lo siguiente:

- Su continuidad eléctrica está asegurada
- Su conductividad debe ser adecuada a este uso.
- Sólo podrá ser desmontada si se han previsto medidas sustitutorias.

Las vías de rodadura estarán unidas a un conductor de protección

Aparatos de corte

Interruptores de alimentación sobre la red

Debe ser posible aislar los anillos del colector y las barras o cables del suministro principal antes del punto de conexión de la grúa, mediante interruptores en el lado de suministro de la instalación para reparaciones y mantenimientos.

Cuando un anillo colector o barra está alimentado a través de varios interruptores en paralelo por el lado de la alimentación de la instalación, estos deben ser enclavados de manera que se desconecten todos simultáneamente aun cuando solamente uno de ellos esté funcionando.

Solamente debe ser posible poner en servicio un anillo colector accesible o barra desde un lugar tal que el anillo colector o barra sea visible para quien lo accione.

Los interruptores tendrán un dispositivo de protección contra el cierre intempestivo o no autorizado.

Seccionadores

Cuando se alimentan varios aparatos de elevación por un mismo trole, cada aparato debe estar provisto de un seccionador, permitiendo aislar cada uno de ellos del trole o cable móvil de alimentación para que quede sin tensión.

Deben tomarse precauciones para que el seccionador no pueda ser rearmado involuntariamente.

Interruptores del puesto de mando

Los interruptores deben ser de corte omnipolar y deberá tener los medios necesarios para impedir toda puesta en tensión de las instalaciones de forma imprevista.

Las instalaciones eléctricas deben estar equipadas con un interruptor de desconexión que permita que se quede desconectada durante el mantenimiento y /o reparación así como la posibilidad de ser enclavado en la posición de desconectado.

Corte y parada de emergencia

Cada grúa o aparato de elevación debe tener uno o más mecanismos de parada de emergencia, colocados en todos los puestos de mando de movimiento.

Conductores y cables de alimentación

Instalaciones fijas

La fijación de cables aislados puede hacerse directamente sobre la estructura o por medio, por ejemplo, de abrazaderas.

Los cables deben estar protegidos mecánicamente contra posibles deterioros, en particular, sobre las pasarelas o lugares accesibles.

Cables ligeros

Los enrolladores y soportes destinados a evitar el rozamiento de cables ligeros deben tener un diámetro de enrollamiento determinado, en función del diámetro del cable, de manera que aseguren una buena conservación de éstos.

Este diámetro de enrollamiento no deberá nunca ser inferior a diez veces del diámetro del cable.

Protección contra las sobreintensidades

El equipo eléctrico se protegerá mediante uno o más dispositivos automáticos de protección que actúen en caso de una sobreintensidad provocada por sobrecarga o cortocircuito.

El funcionamiento de los dispositivos de protección contra sobreintensidades para los accionadores de los frenos mecánicos producirá la desconexión de los accionadores del movimiento correspondiente.

DISPOSITIVOS DE MANDO Y DE CONTROL

La tensión de los circuitos de mando y de control no debe ser superior a 220 V y deberá llevar un transformador de separación de circuitos o utilizar tensiones de seguridad.

Los aparatos mandados desde el suelo fuera de un puesto de mando fijo, deben detenerse de forma automática cuando se abandona el órgano de control.

Cuando los puentes-grúa se gobiernan desde el suelo por cadenillas o cuerdas, éstas deben estar provistas de aislantes o dispositivos de eficacia equivalente situados por encima del alcance de las manos.

Las cadenillas y cuerdas de mando deben estar guiadas hasta una pequeña altura por encima de las empuñaduras para evitar los enredos.

APARATOS DE ALARMA

En las grúas con mando desde cabina debe preverse un aparato de alarma sonoro accionado desde el puesto de conducción.

D) *Por caida de la carga en el descenso*

- Riesgo de caída por no disponer de dispositivos eficaces en caso de fallo de una fase del motor en el descenso de la carga.
- Fallo de frenos en el descenso.

- Normas de seguridad

Se recomienda:

- Colocar un relé de asimetría a la salida del motor que detecte un posible fallo de una fase o de uno de los contactos del contactor.
- Reglaje periódico de los frenos.

E) *Por fallo de los accesorios de elevación (cables-ganchos)*

- Riesgo de desprendimiento de la carga del gancho de elevación.
- Caída de la carga por rotura del cable.
- Caída de la carga por mala utilización de grapas o perrillos.

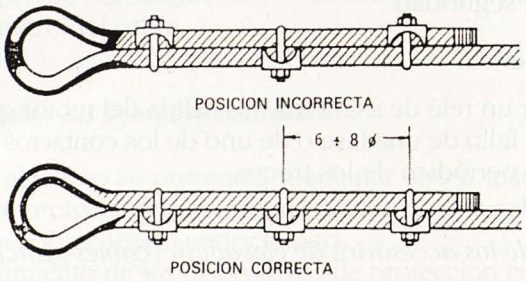
- Normas de seguridad

- Los ganchos deberán disponer de pestillos de seguridad (Figura 45).



Figura 45. Gancho doble con pestillo de seguridad.

- Efectuar comprobaciones periódicas de los ganchos.
- Revisar periódicamente el estado de los cables (desgastes, rotura de alambres, cocas, etc.).
- El número de grapas en los cables deberá ser el indicado en la Figura 46. Ver también la Figura 47. Deberán ser del tamaño adecuado al cable sobre el que vamos a hacer la gaza.



	Número de manguitos	
Diámetro de los cables (en mm)	**Cables corrientes sobre alma textil**	**Cables antigiratorios de elevada resistencia sobre alma metálica**
Hasta 12	3	4
De 12,5 a 20	4	5
De 22 a 25	5	6
De 25 a 35	6	7
De 35 a 40	7	8

Figura 46. Colocación de grapas en cables.

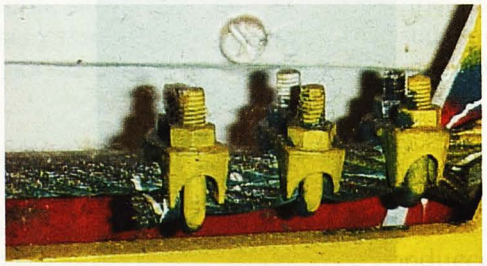


Figura 47. Disposición correcta en grapas.

- Las horquillas de la grapa se colocarán sobre el ramal sin tensión, quedando la base estriada de la grapa sobre el ramal tenso.

Para realizar las revisiones de cables en puentes-grúa, se deberán tener en cuenta los aspectos siguientes:

- Examinar la parte que enrolla sobre la polea para determinar las roturas de hilos y el desgaste.
- Examinar los puntos de amarre (tambor).
- Investigar un posible enrollamiento defectuoso, que provoque deformaciones (partes aplastadas) así como el desgaste, que puede ser importante en las proximidades del cambio de curvatura.
- Examinar las roturas de alambres, especialmente en la zona próxima a las poleas de compensación.
- Examinar la corrosión y el desgaste superficial.
- Investigar las deformaciones causadas por una carga intermitente.
- Investigar las deformaciones.
- Verificar el diámetro del cable a todo lo largo del mismo.
- Examinar cuidadosamente la parte que discurre sobre el grupo de poleas, particularmente en el lugar correspondiente a la aplicación de la carga.

Para identificar de forma adecuada todos estos puntos se recomienda ver la Figura 48.

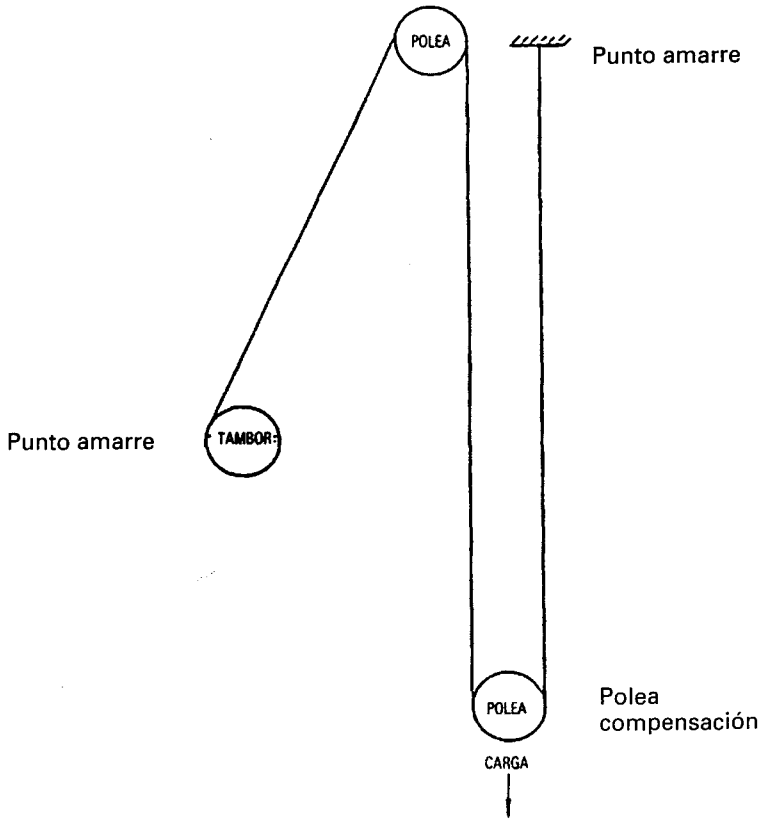


Figura 48. Puntos de revisión de cables.

F) *Por manipulación defectuosa de la carga por los operarios en el transporte de la misma*

- No conocer ni aplicar las instrucciones de seguridad, ni actuar con códigos normalizados de señales.
- Por circular por encima de personal trabajando (Figura 49).
- Por reparaciones provisionales efectuadas debajo de cargas suspendidas (Figura 50).
- Eslingado defectuoso de la carga (Figura 51).
- Almacenamiento de materiales en zona de circulación.
- Por circular con la carga a alturas inadecuadas.
- Por utilización del gancho para el izado de personal.

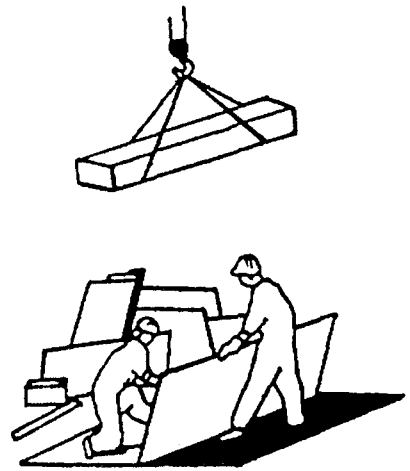


Figura 49. Evitar transportar las cargas por encima del personal trabajando.

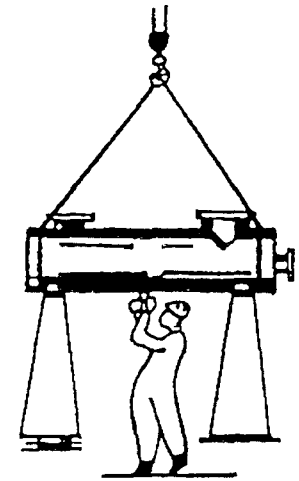


Figura 50. Para reparaciones próximas a las cargas, se deben extremar las medidas de seguridad, evitando la caída de la misma.

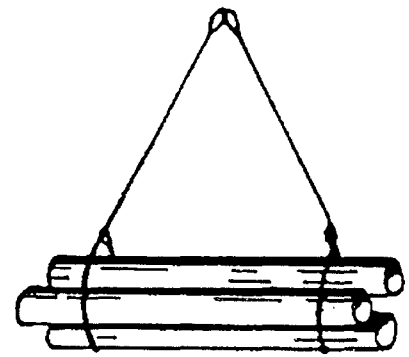


Figura 51. Error en el esligando de cargas inestables. Debe realizarse con doble vuelta.

- Normas de seguridad
  - Formar al personal en la manipulación y transporte de cargas. Cuando exista un responsable de maniobra que será el encargado de transmitir las señales al gruista (Figura 52).

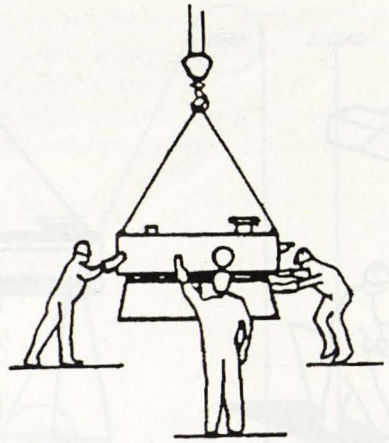


Figura 52. El responsable en la maniobra utilizará señales normalizadas para transmitir las órdenes al gruista.

- En los traslados sin carga, izar el gancho a una altura a la que no exista riesgo de golpes para las personas y objetos.
- Efectuar las reparaciones de los puentes-grúa en lugar adecuado y señalizado para tal labor.
- No se depositarán materiales en las zonas de circulación.
- No se balancearán las cargas para depositarlas fuera del campo de acción del gancho.
- Está prohibido la utilización del gancho de la grúa para subir personal en plataformas, y subirse a la carga durante el transporte (Figura 53).
- En el caso de utilizar el puente grúa de forma «ocasional», para subir personal, estará definido el procedimiento con las condiciones técnicas y operativas para este cometido.



Figura 53. Maniobra incorrecta, operario subido sobre la carga durante el transporte de ésta.

Mantenimiento de los puentes-grúa

Los puentes grúas se mantendrán en perfecto estado y se deberá efectuar un mantenimiento preventivo de seguridad donde se revisen periódicamente los elementos susceptibles de ocasionar deterioros y que puedan generar situaciones peligrosas a los operarios, (Real Decreto 1215/97).

Normas generales

- Colocar el puente-grúa en una zona que no entorpezca la marcha o el trabajo del resto de los puentes-grúa que puedan trabajar en los mismos caminos de rodadura, aislando el puente y zona de trabajo, tanto con medios de señalización como con calzos y topes en las vías de rodadura.

- Dotar de un dispositivo que al accionar sobre los patines de toma de corriente, los aísle de la línea correspondiente.
- Si no es posible desconectar el interruptor principal, se bloquearán los mandos del puente-grúa para que nadie pueda actuar sobre ellos. Es necesario hacer una consignación del equipo.
- Cuando se utilicen gatos hidráulicos; se colocarán bloques de seguridad que aseguren su posición, en previsión de posibles fallos de los gatos.
- Los gatos hidráulicos se asentarán sobre piezas de madera para evitar roce entre metales.
- Cada puente-grúa llevará un libro registro en el que se anoten fechas, revisiones y averías.

Formación

El empresario debe garantizar una formación adecuada sobre los riesgos derivados de la utilización de los puentes grúa, así como de las medidas de prevención y protección que hayan de adoptarse. Esta formación debe ser tanto teórica como práctica (Ley Prevención Riesgos Laborales y Real Decreto 1215/97).

La norma UNE EN 58140-1:94 sobre formación de los operadores, aún no siendo de obligado cumplimiento, establece la formación mínima a impartir a los alumnos operadores de aparatos de elevación de cargas suspendidas, con vistas a desarrollar una destreza básica para la manipulación y alcanzar los conocimientos necesarios para la correcta utilización de estos aparatos.

Estos operadores deben tener una edad superior a 18 años y deben ser reconocidos médicamente aptos para este trabajo.

La duración y el contenido de la formación deben ser suficientes para alcanzar los objetivos. Esta formación debe estar orientada básicamente hacia el aspecto práctico de la manipulación, al menos el 75% del tiempo de la formación.

La formación debe ser jalonada de controles teóricos y prácticos, con el fin de comprobar que los objetivos han sido conseguidos.

La norma UNE EN 58140-1:94 contempla un programa teórico, otro práctico y una serie de ejercicios tanto de manipulación como de utilización del equipo.

Esta norma, contiene varias partes, y cada una de ellas es específica para: grúas móviles, grúas torre, grúas de pluma y grúas puente y pórtico.

Legislación

Entre las referencias legales que son de aplicación al movimiento de materiales, se destacan dos de ellas como las más importantes.

REAL DECRETO 1644/1998. Requisitos esenciales complementarios de seguridad y salud para neutralizar los peligros derivados de las operaciones de elevación:

- La estabilidad estará garantizada tanto durante el servicio como fuera de él; transporte, montaje, desmontaje, durante los fallos previsibles de un elemento..., para ello el fabricante utilizará los medios de verificación adecuados.
- Las guías y pistas de rodadura estarán diseñadas de forma que se eviten los descarrilamientos, y si se producen, se deben prever dispositivos que impidan la caída de los equipos, de elementos o de la carga o el vuelco de la máquina.
- Los equipos y elementos resistirán los esfuerzos a los que están sometidos.
- Habrá dispositivos que mantengan la amplitud de movimientos dentro de los límites previstos, la actuación de estos dispositivos deberá ir precedida de una advertencia. Evitarán el riesgo de colisión en máquinas que evolucionen simultáneamente, y que las cargas puedan deslizarse de forma peligrosa o caer inesperadamente en caída libre, ni siquiera en caso de fallo total o parcial de la alimentación de energía.
- En condiciones normales de funcionamiento, no será posible que el descenso de la carga dependa exclusivamente de un freno de fricción.
- Los órganos de mando de los movimientos serán de accionamiento sostenido.
- Estarán equipadas con dispositivos limitadores de cargas y/o momentos. Las instalaciones guiadas por cales tendrán dispositivos controladores de tensión

REAL DECRETO 1215/1997, Disposiciones mínimas aplicables a los equipos de trabajo para elevación de cargas:

- Se garantiza su solidez y estabilidad.
- Figurará marcada su carga nominal (accesorios de elevación también marcados).

- Si no está destinado a la elevación de trabajadores, deberá estar indicado.
- Se reducirá el riesgo de caída de la carga, o cualquier otra posibilidad de que golpee al trabajador.

Condiciones de utilización de equipos de trabajo para la elevación de cargas:

- Se garantizará la estabilidad del equipo, teniendo en cuenta la naturaleza del suelo.
- Los accesorios de elevación estarán seleccionados en función de las cargas que se manipulen, los puntos de presión y el dispositivo de enganche, y de las condiciones atmosféricas.
- Se evitará la presencia de trabajadores bajo las cargas suspendidas.
- La elevación de trabajadores sólo se realizará mediante equipos y accesorios previstos a tal efecto. Si con carácter excepcional, se han de utilizar equipos no previstos para ello, se tomarán medidas que garanticen la seguridad, y dispondrán de vigilancia continuada mientras dure la maniobra.
- En los equipos de trabajo par la elevación de cargas no guiadas: se evitarán las colisiones entre las cargas o los elementos de varios equipos; se evitarán balanceos, vuelco, desplazamiento o deslizamiento de la carga; si el operador no puede observar el trayecto completo de la carga, se designará un señalista; los trabajos se organizarán de manera que: el trabajador que cuelgue o descuelgue una carga a mano conserve el control directo o indirecto de la operación; todas las operaciones de elevación estarán perfectamente organizadas, en particular cuando varios equipos deban elevar simultáneamente una carga; las cargas suspendidas no deberán permanecer sin vigilancia; cuando se empleen al aire libre, las operaciones deben cesar cuando las condiciones meteorológicas puedan causar riesgos.

Algunas normas UNE, relacionadas con esta materia son:

Grúas	
Norma	**Título**
UNE 5800: 2003	Manejo de grúas y artefactos para elevación y trasporte de pesos. Ademanes de mando normalizados.
UNE 58503: 1977	Grúas móviles. Motores de combustión interna.
UNE 58504: 1977	Grúas móviles. Equipo eléctrico.
UNE 58507: 1977	Grúas móviles. Velocidades recomendadas.
UNE 58501: 1978	Grúas móviles.
UNE 58505: 1978	Grúas móviles. Equipo neumático.
UNE 58506: 1978	Grúas móviles. Equipo hidráulico.
UNE 58508: 1978	Instrucciones de servicio para manejo y entretenimiento de grúas móviles.
UNE 58113: 1985	Grúas. acción del viento.
UNE 58106: 1986	Aparatos de elevación. Grúas puente y pórtico con carro. Pruebas de recepción.
UNE 58107: 1986	Aparatos de elevación. Grúas de pórtico giratorias para puestos y astilleros. Pruebas de recepción.
UNE 58513: 1987	Aparatos de elevación. Grúas móviles. Dimensiones de tambores y poleas.
UNE 58131: 1988	Aparatos de elevación. Seguridad contra el arrastre del viento.
UNE 58133: 1988	Disposición y características. Disposición y exigencias básicas para las grúas móviles.
UNE 58502 : 1989	Grúas móviles. Terminología.
UNE 58531: 1989	Aparatos de elevación. Clasificación. Grúas móviles.
UNE 58536: 1989	Grúas móviles. Reglas para el cálculo de las estructuras de las grúas móviles de uso general
UNE 58110: 1990	Aparatos de elevación. Grúas torre. Vocabulario.
UNE 58121: 1990	Aparatos pesados de elevación. Aparatos de elevación distintos a las grúas móviles y grúas flotantes. Exigencias generales relativas a la estabilidad.
UNE 58112-1: 1991	Grúas y aparatos de elevación. Clasificación. Parte 1: general.

Grúas *(continuación)*	
Norma	**Título**
UNE 58112-3: 1991	Grúas y aparatos de elevación. Clasificación. Parte 3: grúas torre.
UNE 58112-4: 1991	Grúas y aparatos de elevación. Clasificación. Parte 4: grúas de pluma.
UNE 58119: 1994	Grúas móviles. Determinación de la estabilidad.
UNE-ISO 4308-1: 2007	Grúas y aparatos de elevación. Selección de cables. Parte 1: generalidades.
UNE 58120-2: 1991	Grúas y aparatos de elevación. Selección de cables. Parte 2: Grúas móviles. Coeficiente de utilización.
UNE 58132- 6: 1991	Aparatos de elevación. Reglas de cálculo. Parte 6: Reglas de seguridad.
UNE 58136: 1992	Aparatos de elevación. Grúas de pluma. Disposición y características de los accionamientos.
UNE 58139-4: 1992	Aparatos de elevación. Información a suministrar. Parte 4: Grúas de pluma.
UNE 58139-5: 1992	Aparatos de elevación. Información a proporcionar. Parte 5: Grúas puente y pórtico.
UNE 58143-1: 1994	Aparatos de elevación. Grúas. Cabinas. Parte 1: generalidades.
UNE 58143-3: 1994	Aparatos de elevación. Cabinas. Parte 3: Grúas torre.
UNE 58143-5: 1994	Aparatos de elevación. Grúas. Cabinas. Parte 5: Grúas de puente y pórtico.
UNE 58145: 1995	Aparatos de elevación de carga suspendida. Mandos de accionamiento para las grúas torre. Disposición y características.
UNE 58128: 1997	Aparatos de elevación. Grúas puente y pórtico. Tolerancias de los caminos de rodadura.
UNE 58134: 1998	Aparatos de elevación. Accionamientos. Disposición y características. Grúas puente y pórtico.

7. ACCESORIOS DE APARATOS DE ELEVACIÓN

ESLINGAS

Descripción

Las eslingas son unos cables, cadenas o cuerdas generalmente de corta longitud, provistas en sus dos extremos de unos ojales llamados gazas. Estas gazas en algunas ocasiones van protegidas con unos guardacabos con el fin de evitar que el cable se deteriore (Figura 54).

Los estrobos son unos cables sin-fin, de diversos desarrollos.

Las eslingas no llevarán ningún empalme, lazo o enlace salvo en su extremo.

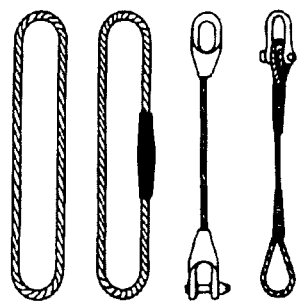


Figura 54. Ejemplar de eslingas y estrobas.

Definiciones

«Accesorio de elevación». Componente o equipo que no es parte integrante de la máquina de elevación, que permite la presión de la carga, situado entre la máquina y la carga y se comercializa por separado. También se consideran accesorios de elevación las eslingas y sus componentes.

«Carga guiada». Carga cuyo desplazamiento se realiza en su totalidad a lo largo de guías rígidas o flexibles, cuya posición viene determinada por puntos fijos, por ejemplo un monorraíl. Una carga no guiada es cuando existe desplazamiento libre de la carga, por ejemplo con una grúa.

«Coeficiente de utilización». Relación aritmética entre la carga que un elemento puede soportar, garantizada por el fabricante, y la carga máxima de utilización marcada en el elemento.

«Coeficiente de prueba». Relación aritmética entre la carga utilizada para efectuar las pruebas estáticas o dinámicas de una máquina de elevación o de un accesorio de elevación y la carga máxima de utilización marcada en la máquina de elevación o en el accesorio de elevación.

Marcado

Cadenas, cables y cinchas: cada longitud de cadena, cable o cincha de elevación que no forme parte de un conjunto debe llevar una marca o una placa o anilla inamovible con el nombre y la dirección del fabricante y de la identificación de la certificación correspondiente.

Accesorios de elevación: Cada accesorio de elevación deberá llevar las siguientes indicaciones:

- Identificación del fabricante.
- Especificación del material.
- Especificación de la carga máxima utilización.
- Marcado «CE».

En el manual de instrucciones, cada partida comercialmente indivisible debe ir acompañada de un folleto de instrucciones, que incluya:

- El uso previsto.
- Límites de empleo.
- Instrucciones de montaje, utilización y mantenimiento.
- El coeficiente de prueba estático utilizado.

Cálculo de eslingas

- Coeficiente de utilización (cu).

$$Cu = \frac{\text{Carga rotura}}{\text{Carga máxima utilización}}$$

El coeficiente de utilización indica el margen que tiene el material para resistir esfuerzos imprevistos.

Influencia del ángulo formado por las eslingas

Los ramales de las eslingas que soportan una carga forman un ángulo (Figura 55), el cual disminuye la capacidad de carga, es decir, cuanto mayor es el ángulo, menor es la carga que la eslinga. puede soportar.

CÁLCULO

a) Amarre con dos eslingas

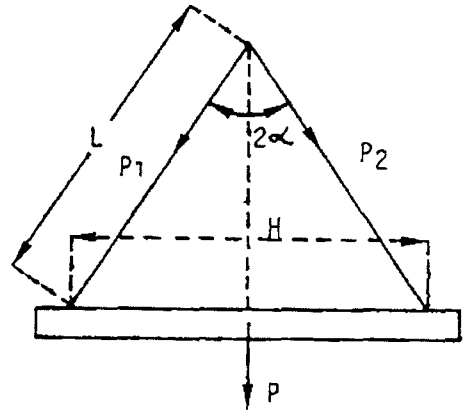


Figura 55

$$\frac{P}{2} = P_1 \times \cos\alpha = P_2 \times \cos\alpha$$

Por lo que: $P_1 = P_2 = \frac{P}{2} = \times \frac{1}{\cos\alpha}$

El coeficiente $\frac{1}{\cos\alpha}$ se puede calcular utilizando la tabla siguiente:

Angulo 2α en grados	30	45	60	90	120	150
Coeficiente 1/cos α	1,03	1,06	1,16	1,42	2,00	3,86

Cuando el ángulo 2α es ≥ que 90°, el coeficiente se incrementa considerablemente. Se deberá utilizar eslingas de mayor capacidad de carga para seguir manteniendo un adecuado coeficiente de seguridad.

b) Amarre con más de dos ramales

Cuando se trate de cuatro ramales, se tomará el mayor ángulo entre los ramales opuestos (Figura 56).

Cuando sean tres o cuatro eslingas, sólo se considerarán dos de ellas como verdaderamente portantes.

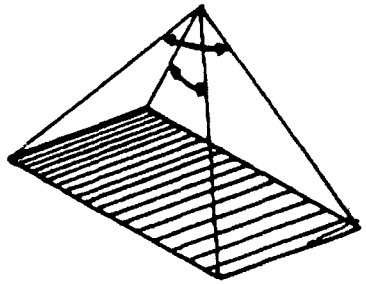


Figura 56

La carga total de trabajo la podemos calcular por la expresión:

$$\frac{P}{n} \times \frac{1}{\cos \alpha}$$

Pero, a efectos de catálogos comerciales de cables y eslingas, lo que interesa es la carga de rotura del cable

$$\frac{P}{n} \times \frac{1}{\cos \alpha} \times C_u$$

siendo:

P = carga total a elevar.
n = número de ramales.
$1/\cos \alpha$ = coeficiente calculado en la tabla cos α
C_u = coeficiente de utilización adoptado.

Clasificación

Según el material que la compone:

- DE CABLE de acero.
- DE CADENA.
- TEXTILES.

A) ESLINGAS DE CABLE DE ACERO

Están formados por cordones arrollados en espiral sobre un alma textil o metálica y éstos a su vez por alambres.

Algunos de los cables que con mayor frecuencia se emplean son:

Tipo normal:

- De composición 6 × 19 + 1 = Para cables de hasta 15 mm ∅.
- De composición 6 × 37 + 1 = Para cables de 15 a 30 mm ∅.
- De composición 6 × 61 + 1 = Para cables de más de 30 mm ∅.

— La primera cifra corresponde al número de cordones.
— La segunda cifra corresponde al número o la composición del mismo.
— La tercera cifra corresponde al número (alma textil)..

Otros tipos de cable son:

- *Warrington.* Se caracteriza por tener la capa exterior formada con alambres de dos diámetros distintos. Forman un perímetro redondo.
- *Seale.* Al menos las dos últimas capas llevan el mismo número de hilos, por cuya causa los hilos son de diferente diámetro.
- *Filler*-Wire. Entre dos capas de alambres llevan hilos más finos, para rellenar los huecos existentes.

Precauciones en la utilización de eslingas

- Evitar dejarlas en el suelo. La arena y gravilla penetran en los cordones.
- Evitar la formación de cocas. Habitualmente se forman siempre al tirar en línea recta de un cable que forma una espira sin que el cable haya sido suficientemente liberado para compensar la deformación por una rotación alrededor de su eje.
- Protegerlas en las aristas vivas, utilizando cantoneras.

Comprobaciones

- Es obligatorio una revisión periódica de las eslingas, se recomienda cada trimestre, comprobar el estado de las mismas (Figura 57).

Eslinga:	Carga de trabajo		N.º de identificación
Características	**Reconocimientos**		
	Fecha	**Resultados**	**Firma inspector**
Diámetro			
Composición			
Resistencia rotura			
Carga de prueba			
Longitud			
Forma de extremos			
Fecha de entrada en servicio			
Proveedor			
Marcado CE e indicación carga máxima utilización			

Figura 57. Ficha revisión de eslingas

- Se revisará:

  — Número de hilos rotos.
  — Deformaciones del cable.
  — Existencia de cocas (giros indebidos en el sentido longitudinal). Una eslinga que tenga una coca se debe desechar automáticamente.
  — Estado del alma textil.

Como criterio de referencia y a pesar que es para los cables de los aparatos de elevación, es importante tener en cuenta la norma UNE 5811:91 Sobre criterios de examen y sustitución de los cables.

Ejecución de la gaza

Las eslingas de cable de acero según la ejecución de la gaza, se pueden dividir en:

- Gazas cerradas con casquillos prensados.
- Gazas cerradas con grapas.

Con los casquillos prensados se realiza el cierre absoluto de los dos ramales del cable, mediante un casquillo metálico que es fuertemente prensado sobre el cable.

El coeficiente de utilización del conjunto formado por el cable metálico y la terminación será de 5.

B) CADENAS. ESLINGAS DE CADENA (Figura 58)

Están construidas por eslabones cortos de acero calibrado, unidas por soldadura. Las cadenas son muy polivalentes y sirven para izar toda clase de cargas, estando dotadas de una gran robustez.

El coeficiente de utilización de una cadena es 4.

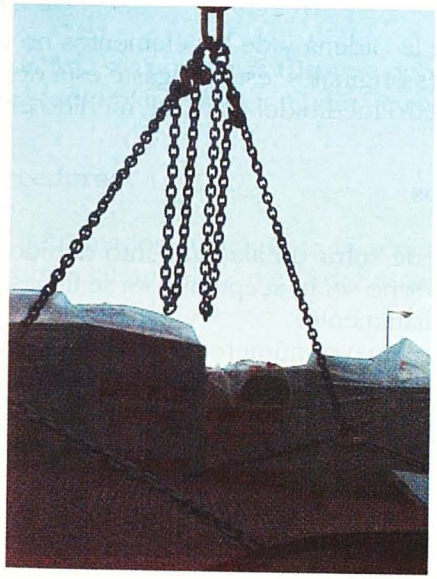


Figura 58. Eslinga de cadena de cuatro ramales.

Revisiones periódicas

Las revisiones periódicas, consistirán en lo siguiente:

a) Reconocimiento visual de muescas, grietas, combas y torceduras.
b) Comprobación de medidas, desgaste y alargamiento.

No se recomienda que el usuario de la eslinga, efectúe pruebas de carga, para verificar su estado, ya que quien debe realizarlas es el fabricante antes de su comercialización y puesta en servicio.

PUNTOS MÁS IMPORTANTES A INSPECCIONAR

1. Desgaste.
2. Alargamiento.
3. Muescas y grietas.
4. Combas y torceduras.

1. Desgaste

El desgaste de la cadena y de los elementos no excederá del 10% de las dimensiones originales, este desgaste está definido como la reducción del diámetro medio del material, medido en dos direcciones.

2. Alargamientos

La cadena puede sufrir un alargamiento debido a sobrecargas. Si son mayores del 5% no serán aceptables. Si se llegase a este caso debe ser retirada inmediatamente.

Se mide sobre el mayor número de eslabones posible con un calibre o pie de rey. El tanto por ciento de alargamiento viene dado por:

$$\% = \frac{100}{nt}$$

% = incremento alargamiento.
n = número eslabones.
t = longitud interior eslabón.

En el mercado existen calibres para determinar el estado de la cadena, siendo de gran ayuda y facilitando esta operación. Puede apreciarse como los tetones del calibre entran entre dos eslabones, indicativo que la cadena está bien y puede seguir utilizándose (Figura 59).

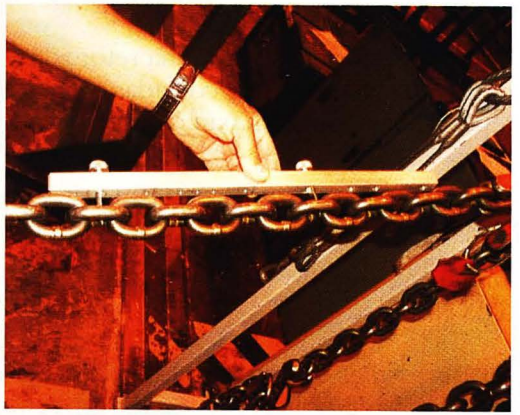


Figura 59. Medición de alargamiento de eslabones.

3. Muescas y grietas

Las cadenas con muescas o grietas (fisuras) deben ser sustituidas. No resulta adecuada su reparación por medio de soldadura.

4. Combas y torceduras

Los eslabones deformados, generan un incremento de tensión en los eslabones próximos. Si un eslabón está deformado o retorcido deberá desecharse la cadena.

Instrucciones de utilización y mantenimiento de las eslingas de cadena

a) Verificar en las anillas, mallas de conexión y ganchos:

- Grietas y fisuras.
- Deformaciones.
- Alargamientos.

b) Emplear accesorios (grilletes, argollas, etc.) adecuados.
c) Emplear todos los componentes de una cadena con la misma calidad del acero (por ejemplo: aleado grado 80), y del mismo fabricante.
d) Colocar la carga en la base del gancho.
e) Proteger los cantos vivos.
f) No manipular cargas con una cadena retorcida
g) Almacenarlas en lugar seguro y colgadas en perchas, no tiradas.
h) No sobrepasar los ángulos máximos especificados por el fabricante.

Se recomienda adquirir, las eslingas de cadena con galgas para facilitar su comprobación.

C) ESLINGAS TEXTILES

Entre las eslingas textiles se destacan las sintéticas, las más utilizadas son de: nylon, poliéster, polietileno y polipropileno.

En general sus características mecánicas a tracción son buenas y poseen una gran elasticidad. Su principal defecto es la poca resistencia que ofrecen sus fibras a cortadura, no obstante las fundas y cantoneras reducen este riesgo.

Su coeficiente de utilización es 7 en las eslingas sintéticas y 8 en las naturales.

Se debe evitar almacenarlas cerca de zonas expuestas a radiaciones ultravioletas (soldadura, radiación solar, etc).

Revisiones periódicas

Las revisiones periódicas, consistirán en:

a) Superficie desgastada.
b) Cortes, longitudinales o transversales en el recubrimiento.
c) Abultamientos en la estructura de la eslinga.

OTROS ACCESORIOS DE ELEVACIÓN. PINZAS

Existe diversos accesorios de elevación que permiten elevar piezas o elementos muy concretos, y además realizar la operación sin ningún riesgo para el operador del puente grúa.

Estos accesorios deben llevar el marcado «CE» y marcada su carga máxima de trabajo.

Algunos ejemplos se muestran en las Figuras 60 a 64.



Figura 60. Garra articulada para la elevación y el transporte de chapas.



Figura 61. Pinza para la manipulación de vigas.

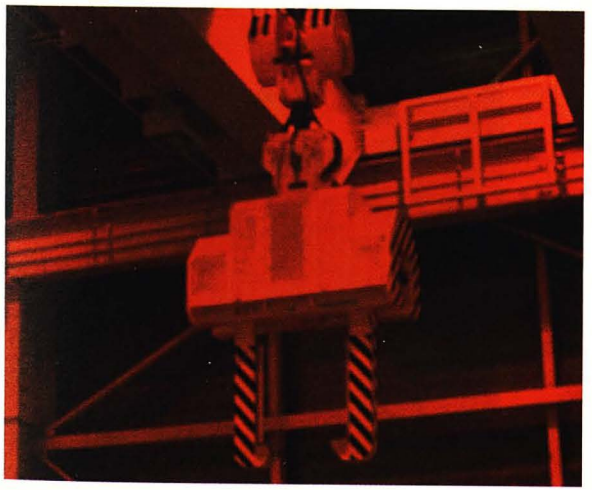


Figura 62 Pinza de bobinas.



Figura 63. Soporte con ganchos.



Figura 64. Útil tipo brazo para el transporte de bidones.

Eslingas	
Norma	**Título**
UNE-EN 812-2: 1996+A1: 2008	Cadenas de elevación de eslabón corto. Seguridad. Parte 2: Cadenas no calibradas para eslingas de cadena. Clase 8.
UNE-EN 818-4: 1996+A1: 2008	Cadenas de elevación de eslabón corto. Seguridad. Eslingas de cadena. Clase 8.
UNE-EN 813-3: 1999+A1: 2008	Cadenas de elevación de eslabón corto. Seguridad. Parte 3: Cadenas no calibradas para eslingas. Clase 4.
UNE-EN 818-5: 2000+A1: 2008	Cadenas de elevación de eslabón corto. Seguridad. Parte 5; Eslingas de cadena. Clase 4.
UNE-EN 818-6: 2000+A1: 2008	Cadenas de elevación de eslabón corto. Seguridad. Parte 6: Eslingas de cadena. Especificación de la información acerca de la utilización y el mantenimiento que debe suministrar el fabricante.
UNE-EN 1492-1: 2001+A1: 2009	Eslingas textiles. Seguridad. Parte 1 : Eslingas de cintas tejidas planas, fabricadas con fibras químicas, para uso general.
UNE-EN 1492-2: 2001+A1: 2009	Eslingas textiles. Seguridad. Parte 2: Eslingas redondas, fabricadas con fibras químicas, para uso general.
UNE-EN 1677-1: 2001+A1: 2009	Accesorios para eslingas. Seguridad. Parte 1; Accesorios de acero forjado, Clase 8.
UNE-EN 1677-2: 2001+A1: 2008	Accesorios para eslingas. Seguridad. Parte 2: Ganchos de elevación de acero forjado con lengüeta de seguridad, Clase 8.
UNE-EN 1677- 4: 2001+A1: 2009	Accesorios para eslingas. Seguridad. Parte 4: Eslabones, Clase 8.
UNE-EN 1677-5: 2002+A1: 2009	Accesorios para eslingas. Seguridad. Parte 5; Ganchos de elevación de acero forjado con lengüetas de seguridad. Clase 4.
UNE-EN 1677-6: 2002+A1: 2009	Accesorios para eslingas. Seguridad. Parte 6: Eslabones. Clase 4.

Eslingas *(continuación)*	
Norma	**Título**
UNE-EN 1677-3: 2002+A1: 2008	Accesorios para eslingas. Seguridad. Parte 3; Ganchos autoblocantes de acero forjado. Clase 8.
UNE-EN 13411-1: 2002+A1: 2008	Terminales para cables de acero. Seguridad. Parte 1: Guardacabos para eslingas de cables de acero.
UNE-EN 13411-2: 2002+A1: 2008	Terminales para cables de acero. Seguridad. Parte 2: Empalme de ojales para eslingas de cable de acero.

8. TRANSPORTADORES

Descripción

Son instalaciones horizontales, inclinadas o verticales, utilizadas para el movimiento de materiales a granel, paquetes y objetos, en un trayecto predeterminado, existiendo unos puntos de carga y descarga.

Clasificación de los transportadores

Se pueden agrupar los transportadores en dos grandes grupos:

1. Transportadores accionados por fuerza motriz (Figura 65).
2. Transportadores por gravedad (Figura 66).

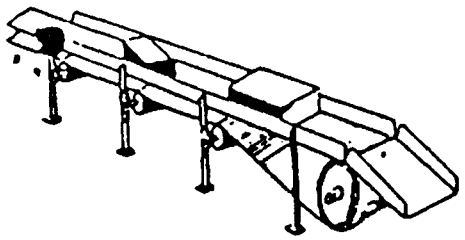


Figura 65. Transportador accionado por fuerza motriz.

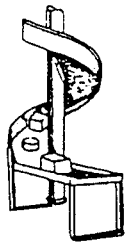


Figura 66. Transportador accionado por gravedad.

Transportadores accionados por fuerza motriz

A su vez podemos agrupar estos transportadores en los siguientes grupos:

- Cintas transportadoras (Figura 67).
- Transportadores de listones y placas.
- Transportadores de paletas.
- Transportadores de cadenas.
- Transportadores de tornillos.
- Transportadores de cangilones.
- Transportadores neumáticos.
- Transportadores portátiles.

A continuación se procede a realizar un análisis de riesgos de los transportadores de cinta de materiales a granel, por ser los causantes de la mayor parte de los accidentes.

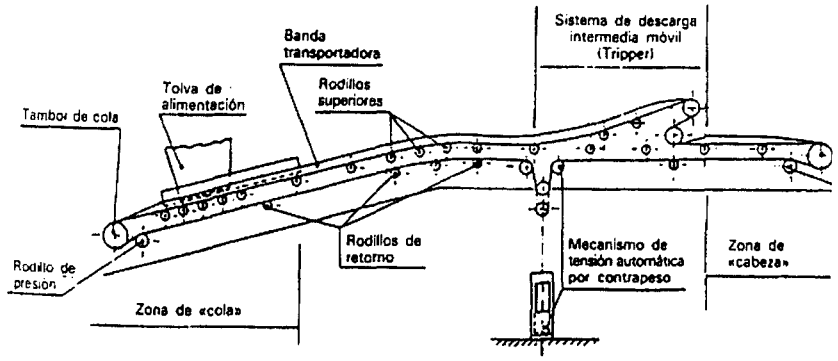


Figura 67. Transportador de cinta.

Transportadores por cinta

Clasificación de riesgos

1. Riesgos mecánicos
   - Atrapamientos en las partes móviles de las transmisiones.
   - Atrapamientos entre bandas y tambores de rodillos.

- Caída de materiales.
- Caída del contrapeso del sistema de tensión.

2. Riesgos eléctricos

- Contactos eléctricos directos.
- Contactos eléctricos indirectos

3. Riesgos derivados de la circulación del personal

- Caída de altura de trabajadores.
- Caída de los trabajadores encima de las cintas.
- Trabajos de fabricación y mantenimiento en zonas peligrosas de la cinta.

1. Riesgos mecánicos

- Atrapamientos en las partes móviles de las transmisiones (Figura 68). Se presenta este riesgo por el movimiento de elementos tales como correas, cadenas, engranajes, acoplamientos, fundamentalmente en las operaciones de mantenimiento de la cinta.

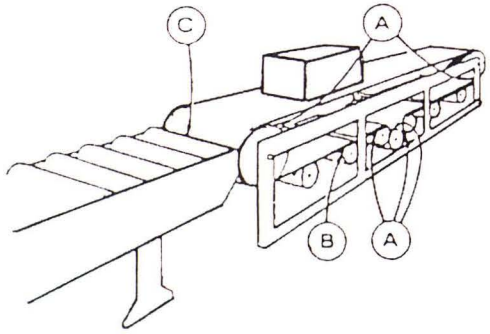


Figura 68. Riesgos de atrapamiento en las transmisiones.

- Atrapamientos entre bandas y tambores o rodillos, al realizar operaciones de limpieza de las adherencias de materiales (Figura 69).
- Caída de materiales. Este riesgo se presenta cuando las instalaciones discurren en altura por encima de lugares de tránsito.

Asimismo, los vientos dominantes presentan fuerzas importantes que actúan sobre los transportadores que discurren al aire libre, pudiendo las bandas de cierta longitud ser desplazadas, dando lugar a su caída y la del material transportado.

- Caída del contrapeso del sistema de tensión. Cuando el sistema de tensión de la banda es por contrapeso, la necesidad de disponer de un espacio vertical para su desplazamiento hace necesario que este sistema se coloque en altura.
  Si ocasionalmente se produce la rotura de la banda, el contrapeso se desprenderá, pudiendo ser causa de graves accidentes si existe una zona de tránsito en su vertical.

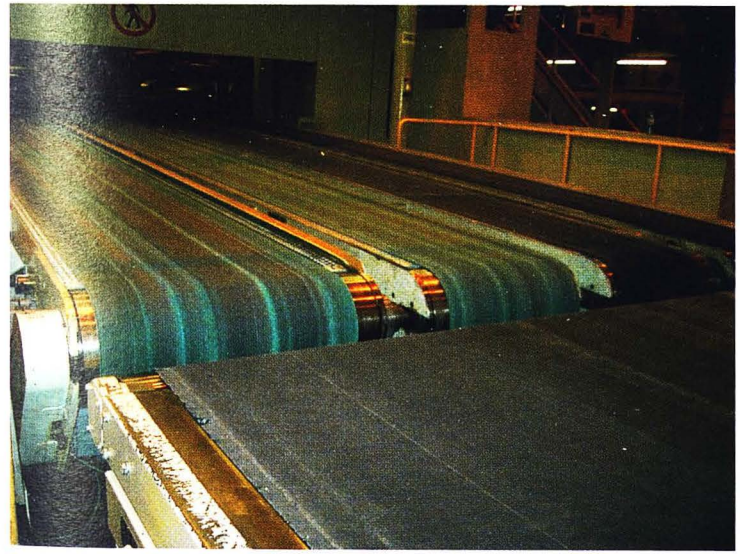


Figura 69. Conjunto de bandas de transportadores.

2. Riesgos eléctricos

En cintas instaladas desde hace años en los centros de trabajo son el soporte de muchos de los riesgos eléctricos que están presentes en el trabajo, y dichos riesgos se deben fundamentalmente a:

- Cuadro eléctrico sin grado IP adecuado de protección.
- Falta de revisión de cables de alimentación de los motores.

- Ausencia de protección contra sobrecargas y contactos eléctricos indirectos y en muchos casos la protección es sólo a base de fusibles.

3. Riesgos derivados de la circulación del personal

- Caída de altura de los trabajadores. Al discurrir las cintas por encima de las instalaciones, los trabajadores circulan habitualmente a lo largo de la cinta o se suben a la misma para operaciones de mantenimiento (engrases, sustitución de piezas, rodillos, etc.).
- Caída de los trabajadores encima de las cintas. Se produce como consecuencia de cruzar los operarios por encima de las cintas en movimiento, o cuando las mismas transcurren a nivel del suelo o a la salida de fosas.

NORMAS DE SEGURIDAD

1. Frente a riesgos mecánicos

a) *Protección de transmisiones y tambores de cola y cabeza*

Colocando carenados o rejillas protectoras que permitan la visión de la cinta, y de fácil desmontaje (Figura 70).

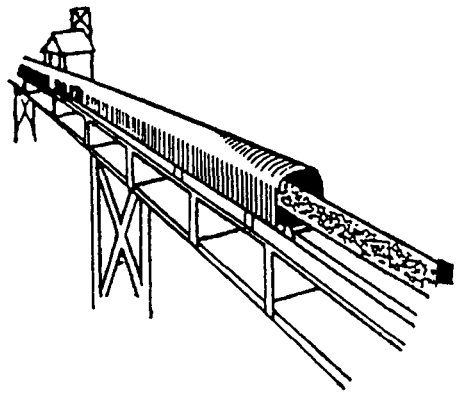


Figura 70. Protección de transmisiones (ejemplo).

Para evitar el acceso del operario al tambor, en la realización de las operaciones de rascado del tambor. Se debe instalar un mecanismo que permita esta operación sin necesidad de acceder a la zona peligrosa (Figura 71).

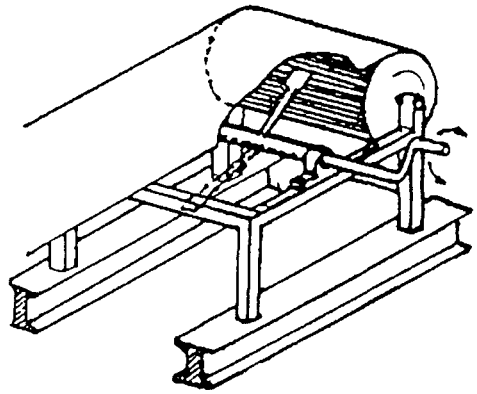


Figura 71. Sistema de rascador manual para tambor de cola.

Sistema de bloqueo automático (interruptores o parada de emergencia). Podrán ser accionados con facilidad por el operador o por otras personas que puedan verse en la necesidad de accionarlos.

Si se trata de cables de emergencia, se tendrá en cuenta:

- La flecha necesaria para desencadenar la señal de parada de emergencia.
- La separación libre mínima entre el cable y el objeto más próximo.
- La fuerza que es necesario aplicar al cable para accionar el auxiliar de mando.
- La visibilidad del cable o del alambre para los operadores (por ejemplo utilizando banderolas).

En el caso de que el cable se rompa o se desenganche, la orden de parada de emergencia se debe provocar automáticamente. El rearme será manual.

Debido a los problemas de inercia de la cinta, en caso de actuación de la emergencia, es necesario, en cada caso, proceder a un estudio detallado de la instalación y normas de actuación en caso de emergencia (Figura 72).

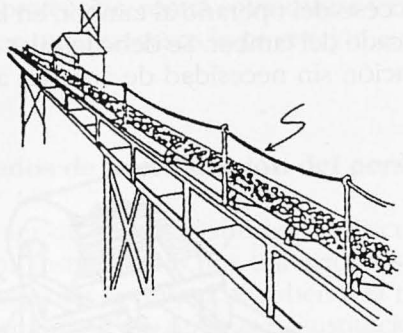


Figura 72. Sistema de parada de emergencia.

b) *Contra la caída de materiales*

Se puede proteger, carenando la cinta en todo su contorno o instalando debajo de la cinta paneles de protección para evitar la caída de materiales sobre personas que circulen por debajo de la misma

c) *Contra la posible caída del contrapeso o sistema de tensión*

Se protegerá la parte inferior con un resguardo para evitar la circulación de personal, o bien se instala otro sistema consistente en colocar un dispositivo mecánico de seguridad que evite la caída libre del mismo en caso de rotura de sus elementos de sujeción (Figuras 73 y 74).



Figura 73. Falta de protección de la zona de tránsito bajo la vertical del contrapeso del sistema de tensión.

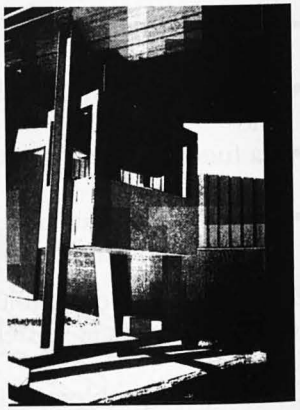


Figura 74. Contrapeso sujeto mediante grúas.

2. Frente a riesgos eléctricos

- Dotar el cuadro de la instalación, cuando se encuentre sometido a agentes atmosféricos, de un grado de protección IP 65.
- Las cajas de conexión tendrán el grado de protección que corresponda al entorno en que se encuentren.
- Se revisarán trimestralmente los cables de alimentación para detectar posibles fallos de aislamiento.
- Dotar la instalación de protección contra sobrecargas y contra contactos eléctricos indirectos.

3. Frente a los riesgos derivados de la circulación del personal

Las cintas que transcurran a alturas que ofrezcan peligro de caída superior a 2 m, deben disponer de plataformas o pasarelas con sus correspondientes barandillas (Figura 75). Dichas plataformas serán antideslizantes y ranuradas para permitir la eliminación de polvo, materiales y agua.



Figura 75. Pasarela protegida.

Si la cinta no está a nivel del suelo, el acceso se realizará por medio de una escalera que cumpla todos los requisitos de seguridad. Dispondrán de pasos elevados o inferiores para permitir el paso del personal.

Si transcurren cerca de fosos, éstos deben estar protegidas con barandillas.

4. Otras disposiciones de seguridad

USO DE EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL

Dependerán del tipo de trabajo y de los riesgos a los que esté expuesto, no obstante, el uso de zapatos de seguridad va a ser un equipo imprescindible. En cuanto a la ropa de trabajo será necesario llevar ropas ajustadas.

SEGURIDAD EN MANTENIMIENTO

- Señalización. Debe existir una delimitación clara, tanto en la circulación de vehículos como de personal, cerca de las mismas, señalizada convenientemente.
- Consignar con candado el interruptor principal de corriente, en la posición desconectado.

Lista de chequeo de transportadores (Figura 76):

Características	
Marca:	Fecha de instalación: .....
Fabricante:	Velocidad de translación: .....
Longitud de la cinta:	Anchura: .....
Material a transportar:	
Granel: ☐	Empaquetado: ☐ Por unidades: ☐

Checklist para transportadores		
	Sí	**No**
¿Son accesibles los engranajes, rodillos, poleas, etc.?		
¿Tiene sistemas de parada de emergencia?		
En caso afirmativo indicar qué tipo de sistema Botón de parada ☐ Cable a lo largo de la cinta ☐ Ambos ☐		
¿Está protegido el riesgo de caída de objetos en la cinta?		
En caso de carga a granel: ¿Está carenada la cinta?		
¿Existen pasos elevados para pasar de un lado a otro de la cinta?		
Si existen pasos inferiores a la cinta: ¿Están debidamente señalados y protegidos?		
¿Dispone de documentación facilitada por el fabricante para efectuar un mantenimiento adecuado?		
¿Se dispone de un programa de mantenimiento preventivo?		
¿Se revisan periódicamente las seguridades del transportador? (Preventivo seguridad)		
¿Se revisa periódicamente el estado de la cinta?		
¿Se lleva un libro de registro sobre incidencias y/o reparaciones del transportador?		
¿Existen normas escritas para el correcto manejo del transportador?		
¿Está el personal instruido en las normas de utilización del transportador?		
Si son regulables en altura disponen de sistemas de seguridad como: Bloques ☐ Cerrojos ☐ Otros ☐		
¿Dispone del marcado CE y certificado CE?		
Cumple las disposiciones mínimas del Anexo I; R.D. 1215/97		

Algunas normas UNE, relacionadas con los transportadores, son:

Transportadores / Manutención	
Norma	**Título**
UNE 58205: 1971	Aparatos de manutención continua. Reglas de seguridad particulares de los aparatos para la distribución y el transporte por tornillo sin fin.
UNE 58211: 1985	Aparatos de manutención continua. Código de seguridad. Reglas generales.
UNE 58217: 1986	Aparatos de manutención continua. Código de seguridad. Reglas particulares.
UNE 58218: 1987	Aparatos de manutención continua. Código de seguridad de los trasportadores de banda. Ejemplos de protección de los puntos de enrollamiento.
UNE 58208: 1989	Aparatos de manutención continua. Reglas de seguridad para los equipos de almacenado de los productos a granel.
UNE 58225: 1989	Aparatos de manutención continua para productos a granel. Tubería flexible y elementos de acoplamiento utilizados en transportadores neumáticos. Código de seguridad.
UNE 58233: 1994	Aparatos de manutención continua. Código de seguridad de los transportadores de tornillo sin fin. Ejemplo de protección en los puntos de pinzamiento o cizalladura.
UNE 58234: 1994	Aparatos de manutención continua. Monorraíles suspendidos con carro electrificado. Definición y reglas de seguridad.
UNE-EN 617: 2002	Equipos y sistemas de manutención continua. Requisitos de seguridad y de CEM para los equipos de almacenamiento de materiales a granel en silos, tanques, depósitos y tolvas.
UNE-EN 618: 2002	Equipos y sistemas de manutención continua. Requisitos de seguridad y de CEM para los equipos de manutención mecánica con la excepción de transportadores de banda fijos.
UNE-EN 620: 2002	Equipos y sistemas de manutención continua. Requisitos de seguridad y de compatibilidad electromagnética (CEM) para cintas de productos a granel

TRANSPORTADOR AÉREO DE CADENA

Los materiales transportados van soportados por una serie de ganchos, o se transportan en cubetas, bandejas o contenedores, suspendidos de las cadenas a intervalos, que a su vez están suspendidas sobre vías de rodadura aérea (Figura 77).

Generalmente la velocidad de transporte es baja y estos materiales transportados deben estar muy por encima del nivel de la cabeza, excepto en las zonas propias del proceso.

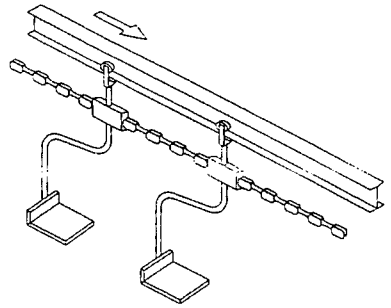


Figura 77. Transportador de cadena

Los riesgos más importantes que presentan estos transportadores son:

- Caída de materiales transportados.
- Golpes con el material transportado.
- Atrapamientos contra obstáculos fijos y con los rodillos de los carros de los transportadores.
- Caída de altura de personal de mantenimiento.

Medidas de prevención/protección:

- Protección inferior y lateral para evitar la caída de objetos transportados.
- Accesos adecuados para personal de mantenimiento.
- Cuadros eléctricos del transportador con interruptor principal enclavable.
- Seguridad en subida por trinquetes en un tope del elemento transportado, (Figura 78).



Figura 78. Cadena con sistema de trinquete.

- Seguridad en bajada por detección de velocidad mediante un sistema mecánico/eléctrico. Se enclava la cadena mecánicamente y al mismo tiempo un interruptor de posición detecta ese movimiento generando una parada.
- Mantener la distancia de seguridad con partes fijas de la instalación o de la máquina sobre la que puede circular y otras zonas de circulación y puestos de trabajo (Figura 79).

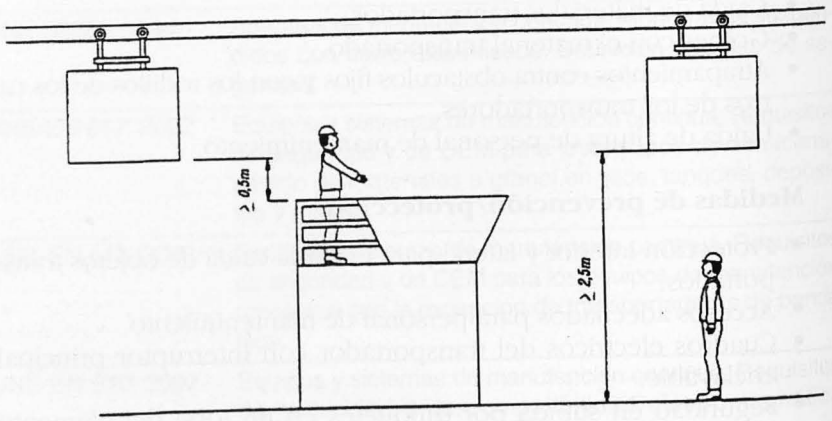


Figura 79. Distancias de seguridad a transportadores.

- Protector de los rodillos de los carros de los transportadores aéreos.
- Grupo tensor con límite de esfuerzo máximo y mínimo con finales de carrera con seguridad positiva.
- Grupo motriz con límite de esfuerzo máximo y detección de sobre revoluciones en motor o en cadena tractora.
- La categoría de seguridad de los órganos de mando y circuitos para funciones de seguridad deben ser conformes a la norma.
- Los dispositivos de mando de parada deben estar situados en todas las estaciones de mando al alcance de las personas y ser claramente identificables y visibles.
- El transportador dispondrá de parada de emergencia, categoría 0 o 1. La altura mínima recomendable del dispositivo de parada de emergencia desde el nivel del suelo debe ser 0,6 m y la altura máxima 1,7 m.
- Antes de la puesta en servicio debe verificarse el buen funcionamiento de todos los requisitos y medidas de seguridad.

El equipo dispondrá de un manual de instrucciones que incluya instalación del equipo, utilización y mantenimiento del equipo. El manual de instrucciones también indicará si es necesaria la formación del operador y dar detalles de esa formación.

Los equipos nuevos llevarán marcado CE, la razón social y dirección completa del fabricante, designación de la máquina, designación de la serie o del modelo, número de serie, año de fabricación y capacidad de carga.

Algunas normas UNE, relacionadas con los transportadores aéreos de cadena, son:

Transportadores / Cadenas	
Norma	**Título**
UNE 22260: 1985	Cadenas de acero de alta resistencia a la tracción, para transportadores de cadena y cepillos para carbón
UNE 58238: 1994	Aparatos de manutención continua. Transportadores elevadores móviles y portátiles. Especificaciones constructivas.
UNE-EN 619: 2002	Equipos y sistemas de manutención continua. Requisitos de seguridad y de CEM para los equipos mecánicos de manutención de cargas aisladas.

Transportador de electrovías

Es un equipo de transporte aéreo y autopropulsado. Se utiliza para la automatización del flujo de materiales, además puede emplearse de pulmón intermedio, como bancada de trabajo de montaje, pulmón clasificador y sistema de transporte.

Está compuesto por una vía electrificada que a la vez hace de guía y una serie de carros autotransportados que constan de automotor y soporte bastidor. Se pueden acoplar ganchos de elevación, bastidores giratorios y mediante elevadores, es posible variar los niveles de transporte (Figura 80).

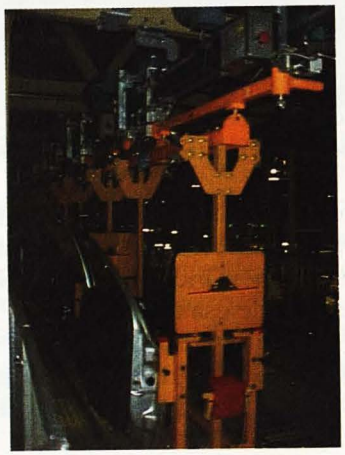


Figura 80. Electrovía.

La velocidad de traslación es más rápida que la de un transportador por cadenas y ésta puede modificarse en función del recorrido (curvas, pendientes) o de cualquier otra circunstancia que así lo requiera.

Los riesgos más importantes que presentan estos transportadores son:

- Caída de materiales transportados.
- Golpes con el material transportado.
- Atrapamientos contra obstáculos fijos.
- Caída de altura de personal de mantenimiento.
- Riesgo eléctrico.

Medidas de prevención/protección:

- Protección inferior y lateral para evitar la caída de objetos transportados. Cuando hay interrupción de los caminos de rodadura, por ejemplo en los cambios de vías, deben preverse dispositivos para impedir la caída de carros con enclavamientos eléctricos y/o mecánicos o topes fin de carrera.
- Accesos adecuados para personal de mantenimiento.
- Seguridad en subida por trinquetes (Figura 81).
- Seguridad en bajada mediante cadena de acompañamiento. Ante una rotura, la cadena de acompañamiento que va sincronizada con la electrovía, incrementa su tensión y se detecta por consumo eléctrico.
- Mantener la distancia de seguridad entre partes fijas de la instalación que son accesibles y áreas de trabajo. En intersección de transportadores aéreos autopropulsados y zonas de circulación debe mantenerse una distancia lateral de seguridad de al menos 1 metro.
- Mantener la distancia de seguridad bajo y entre elementos transportados (Figura 82).
- Efectuar las reparaciones del automotor, siempre que sea posible en un carril no electrificado (zonas de reparación). Si esto no es posible, antes de cualquier reparación se desacoplarán las escobillas.
- La categoría de seguridad de los órganos de mando y circuitos para funciones de seguridad deben ser conformes a la norma.
- Los dispositivos de mando de parada deben estar situados en todas las estaciones de mando al alcance de las personas y ser claramente identificables y visibles.
- Dispondrá de parada de emergencia, categoría 0 o 1. La altura mínima del dispositivo de parada de emergencia desde el nivel del suelo debe ser 0,6 m y la altura máxima 1,7 m.
- Antes de la puesta en servicio debe verificarse el buen funcionamiento de todos los requisitos y medidas de seguridad.

El equipo dispondrá de un manual de instrucciones que incluya instalación del equipo, utilización y mantenimiento del equipo. El manual de instrucciones también indicará si es necesaria la formación del operador y dar detalles de esa formación.

Los equipos nuevos llevarán el marcado CE, la razón social y dirección completa del fabricante, designación de la máquina, designa-

ción de la serie o del modelo, número de serie, año de fabricación y capacidad de carga.

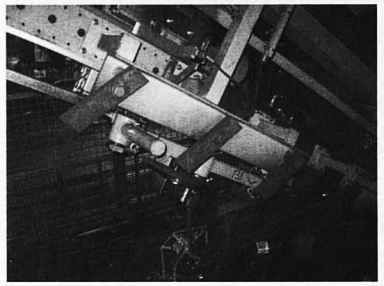


Figura 81. Sistema de trinquete en subida.

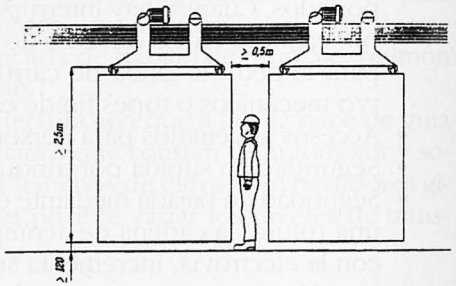


Figura 82. Distancia de seguridad entre elementos transportados.

Algunas normas UNE, relacionadas con los transportadores de electrovías, son:

Electrovías	
Norma	**Título**
UNE 58238: 1994	Aparatos de manutención continua. Transportadores elevadores móviles y portátiles. Especificaciones constructivas.
UNE-EN 619: 2003	Equipos y sistemas de manutención continua. Requisitos de seguridad y de CEM para los equipos mecánicos de manutención de cargas aisladas.

EQUIPO DE TRANSFERENCIA VERTICAL (ELEVADORES)

Es un dispositivo con movimientos de elevación o descenso de más de 200 mm. en el recorrido de los transportadores en los cuales las cargas pueden ser transferidas de un nivel determinado a otro u otros niveles definidos, por medio de un elemento portador (Figura 83).

Estos dispositivos no se consideran montacargas.

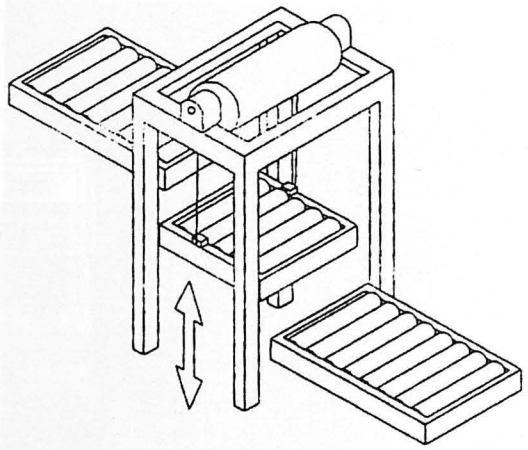


Figura 83. Esquema de elevador.

Los riesgos más importantes que presentan los elevadores son:

- Caída de materiales transportados.
- Golpes con el material transportado.
- Atrapamientos contra obstáculos fijos.
- Caída de altura de personal de mantenimiento.

Medidas de prevención/protección:

- Protección perimétrica (resguardos fijos) para evitar la caída de objetos transportados. Si desciende hasta una altura menor de 2,5 metros deben estar provistos de medios para impedir el acceso de las personas a la zona bajo los elementos portadores y/o sus cargas, mediante resguardos y/o dispositivos (Figura 84).
- Accesos adecuados para personal de mantenimiento y un volumen libre sobre el elemento elevador de 0,5 m × 0,6 m × 0,8 m de altura en la construcción o garantizado por un dispositivo de blocaje integrado. Para las operaciones de mantenimiento a realizar bajo el dispositivo, estas dimensiones deben ser 0,5 m x 0,6 m × 1 m de altura. Si el volumen accesible es menor que las dimensiones anteriores todos los elementos deben ser alcanzables desde el exterior, también será necesario un blocaje del equipo, Figura 85.

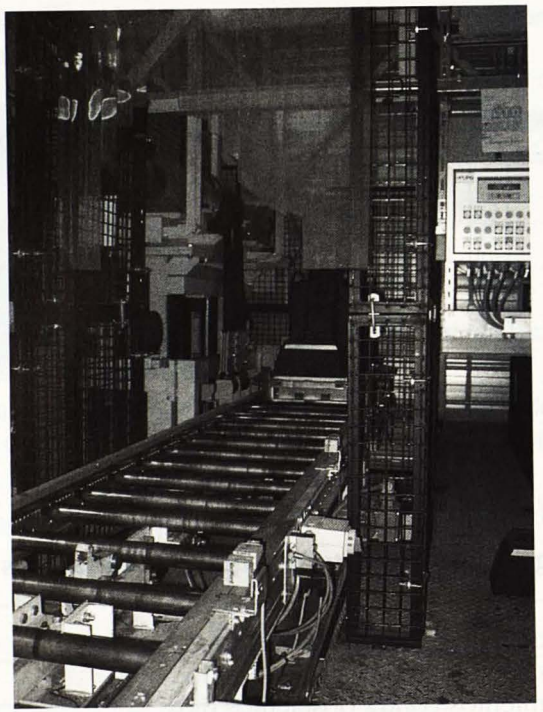


Figura 84

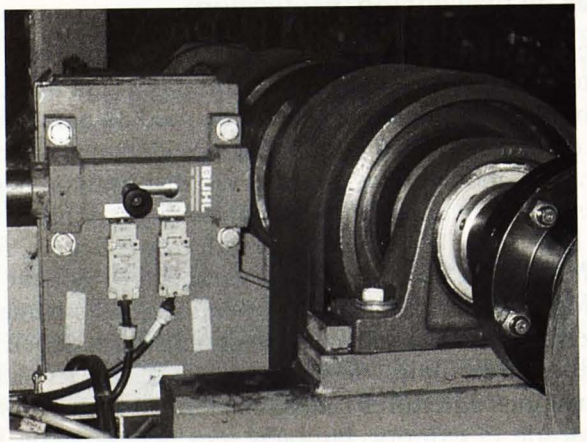


Figura 85. Bloque mecánico y enclavamiento eléctrico.

- Sistema de protección contra las sobrecargas si la capacidad nominal es mayor de 1.000 kg y la masa de la carga no se conoce antes de llegar al equipo.
- Accesos adecuados para personal de mantenimiento.
- Sistema redundante en la transmisión (Figura 86).

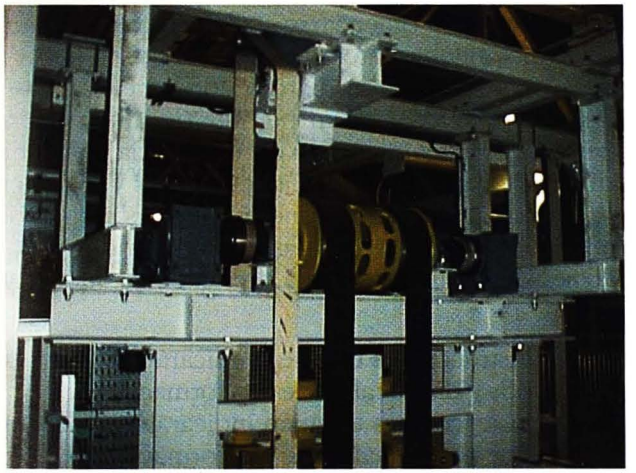


Figura 86. Sistema redundante de banda.

- La categoría de seguridad de los órganos de mando y circuitos para funciones de seguridad deben ser conformes a la norma.
- Los dispositivos de mando de parada deben estar situados en todas las estaciones de mando al alcance de las personas y ser claramente identificables y visibles.
- Dispondrá de parada de emergencia, categoría 0 o 1. La altura mínima del dispositivo de parada de emergencia desde el nivel del suelo debe ser 0,6 m y la altura máxima 1,7 m.
- Antes de la puesta en servicio debe verificarse el buen funcionamiento de todos los requisitos y medidas de seguridad. Se deberá efectuar un ensayo de carga igual a 1,1 veces la capacidad nominal de carga y realizar un ciclo completo de elevación y descenso para demostrar el buen funcionamiento y la correcta parada en las posiciones previstas.

El equipo dispondrá de un manual de instrucciones que incluya instalación del equipo, utilización y mantenimiento del equipo. Con re-

lación al mantenimiento, debe hacerse una referencia especial para los elevadores especificando:

- El acceso al espacio bajo la sección elevadora es solamente permisible si los dispositivos de seguridad están instalados y son efectivos.
- El trabajo sobre los dispositivos o accionamientos de elevación solamente pueden comenzarse si el elevador está impedido de cualquier movimiento intempestivo o caída.
- Los ensayos de puesta en marcha con accesos a las partes en movimiento peligrosas están permitidos si son realizados por una persona competente (persona designada, convenientemente formada y cualificada por conocimientos y experiencia práctica y provista de las instrucciones necesarias para poder realizar la tarea requerida de forma segura), utilizando dispositivos de mando sensitivo, impidiendo la acción de cualquier otro dispositivo.

El manual de instrucciones también indicará si es necesaria la formación del operador y dar detalles de esa formación.

El manual de instrucciones también indicará si es necesaria la formación del operador y dar detalles de esa formación.

Los equipos nuevos llevarán el marcado CE, la razón social y dirección completa del fabricante, designación de la máquina, designación de la serie o del modelo, número de serie, año de fabricación y capacidad de carga.

Algunas normas UNE, relacionadas con los equipos de transferencia vertical, son:

Elevadores	
Norma	**Título**
UNE 58238: 1994	Aparatos de manutención continua. Transportadores elevadores móviles y portátiles. Especificaciones constructivas.
UNE-EN 619: 2003	Equipos y sistemas de manutención continua. Requisitos de seguridad y de CEM para los equipos mecánicos de manutención de cargas aisladas.

9. BIBLIOGRAFÍA

SERRANO LUNA, P. A. «Riesgos y Medidas de Seguridad en Puentes-Grúa». Beca Fundación MAPFRE.

«Catálogo de Grúas-Puente» DEMAG. España.

«Catálogo de la Sociedad Franco-Española de Alambres, Cables y Transportes Aéreos, S.A.».

INSH. «Reglas para el Cálculo de Eslingas».

SABATE CARRERAS, P. «Notas Técnicas NTP-89. Cinta Transportadora de Materiales a granel». INSHT.

TUDO FERNÁNDEZ, R. «Seguridad en Transportadores Continuos». INSHT.

MAPFRE. «Manual de Prevención de Accidentes para operaciones Industriales».

Normas ET del Servicio de Seguridad e Higiene de la E.N. BAZAN». Ferrol.

Normas FEM: «Curso para formación de Conductores de Horquilla». Editado por el Comité Nacional Español de la FEM.

«Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (REBT)».

RIPOLL, V. «Manual Técnico de Carretillas Elevadoras». Ediciones JS, 1990.

Normas UNE.

6.1 Máquinas (I)

Actualizado por JOSÉ CARLOS ALQUEZAR

1. INTRODUCCIÓN

Las máquinas son parte esencial de la actividad industrial, y contribuyen a la transformación de las materias primas. Pero también son fuente de peligros para quienes las utilizan. Si se consultan las estadísticas de accidentabilidad publicadas por el Instituto Nacional de Seguridad en Higiene, las máquinas estuvieron implicadas en la industria española en más del 11% de los accidentes, y representaron más del 31% de los accidentes graves en el sector industrial.

El coste social debido al importante número de accidentes provocados directamente por la utilización de máquinas, se reduciría sensiblemente integrando la seguridad desde las fases de diseño y fabricación de las máquinas, así como con una instalación y mantenimiento correctos, de forma que todos los riesgos de cualquier máquina estuvieran suficientemente controlados.

El objetivo de los sistemas de seguridad es obtener un equipo que no produzca accidentes. Se considera que una máquina es segura cuando es apta para cumplir las funciones que el diseñador ha previsto (para ser transportada, instalada, ajustada, utilizada, mantenida, desmantelada y retirada en las condiciones de uso previsto especificadas en su manual de instrucciones) sin causar lesiones o daños a la salud.

1.1. Justificación de la protección de máquinas

Los sistemas de seguridad deben formar parte integrante de cualquier máquina desde su fase de diseño, y durante toda su vida útil. La seguridad en las máquinas nunca se puede confiar solamente a las prácticas de trabajo seguro. **Si en una máquina existe un riesgo, más tarde o más temprano dará lugar a una lesión o daño para la salud, si no se adopta ninguna medida de seguridad**; los sistemas de prevención y protección son el único medio para evitar las lesiones. De esta manera, no se puede aludir a la baja probabilidad de que ocurra un suceso (*«es tan difícil que esto ocurra...»*) para justificar la ausencia de protección de un riesgo de accidente con consecuencias graves en una máquina, ya que por baja que sea la probabilidad, la situación peligrosa sólo necesita repetirse el suficiente número de veces para que acabe produciéndose el accidente. Si pensamos en un punto de atrapamiento desprotegido de una máquina, por ejemplo, debe tenerse en cuenta la gran cantidad de máquinas parecidas que pueden existir en una situación similar de desprotección, lo que hace que alguna de ellas acabe provocando un accidente. Sólo hay una manera de asegurar que esa máquina desprotegida no esté en nuestra instalación (sin necesidad de confiar en el azar): protegerla hasta donde el estado actual de la técnica lo permita.

Que un riesgo de una máquina sea claramente visible, no justifica una menor protección. En ocasiones se trata de justificar la ausencia de protección en una máquina aludiendo a que el riesgo es claramente visible (por ejemplo, la zona de trabajo de una prensa), y que a nadie se le puede ocurrir meter la mano con la prensa en movimiento. Incluso después de ocurrido el accidente, se alude como causa principal de éste a la «imprudencia o negligencia del operario», olvidando que el punto o zona de peligro no disponía de una protección y se permitía el libre acceso a él con la máquina en movimiento. No debe olvidarse, que en el artículo 15 de la Ley 31/1995 de Prevención de Riesgos Laborales se dice que *«La efectividad de las medidas preventivas deberá prever las distracciones o imprudencias no temerarias que pudiera cometer el trabajador»*. Nadie introduce la mano entre las partes móviles de un troquel y acciona un pedal a sabiendas de que va a atraparse la mano, al menos *conscientemente*. Esta acción errónea puede ocurrir porque:

- El trabajador observe que la pieza está mal colocada y, de manera instintiva, intente colocarla bien después de haber accionado el órgano de puesta en marcha.
- El trabajador tenga un despiste y coloque su mano en el lugar peligroso sin darse cuenta. Debe pensarse que aunque esta situación es improbable en una persona en situación normal, no lo sería tanto si, por ejemplo, se está en un estado psicofísico anormal (insomnio, problema familiar grave, efectos de medicamentos...).
- La máquina ha sufrido un atasco y el trabajador intenta desatascarla sin avisar a personal de mantenimiento. Si lo consigue, puede ocurrir que el elemento que estaba atorado termine su movimiento y le atrape.
- Se sufra un mareo, tropiezo..., que hagan que caiga sin poder evitarlo.

Todo aquel trabajador que sufre un accidente grave por atrapamiento en una máquina lo tiene porque ha colocado una parte de su cuerpo en una zona peligrosa, y ninguna máquina está diseñada para que las personas pongan sus manos, brazos, pies... en esas zonas con la máquina en marcha. Pero debe contarse con que, tarde o temprano, ocurrirán errores humanos (del tipo de los mencionados u otros), ya que es imposible que se trabaje siempre sin error, por lo que las máquinas deberán estar **diseñadas** con las protecciones necesarias para que cuando ocurra este **error humano no se produzca un accidente**.

También suele ocurrir que no se proteja un riesgo de una máquina porque «nunca ha ocurrido ningún accidente con esta máquina, después de muchos años de trabajo». La norma EN ISO 12100-1:2004 *Seguridad de las máquinas. Conceptos básicos, principios generales para el diseño. Parte 1: Terminología básica, metodología*, dice que «la ausencia de datos relativos a accidentes no debe ser considerada como una presunción de un bajo nivel de riesgo, y por tanto no debe autorizar medidas de seguridad menos severas». La idea de proteger sólo aquellas máquinas (o partes de ellas) que se sabe positivamente que provocan accidentes graves es muy habitual, y puede conducir a no proteger nunca o casi nunca, ya que los accidentes graves son sucesos raros, de baja frecuencia, y casi nunca un accidente grave se repite en una misma máquina (la mayor parte de las ocasiones ni siquiera en una misma empresa). Además, hay que tener en cuenta que las estadísticas de accidentes son generales, y no se conoce pormenorizadamente en

qué máquinas ocurren cada uno de los accidentes, ni muchísimo menos en qué zona peligrosa de cada una de ellas se han producido. Si se dispusiera de esta información y teniendo en cuenta que sólo en España se producen cada año unos 900 accidentes graves en máquinas, es muy posible que en cada ocasión se pudieran encontrar accidentes provocados por acciones muy similares a las descritas, cuya posibilidad de ocurrencia se está cuestionando.

Definitivamente una máquina debe ser tan segura como sea técnica y económicamente posible. Pero para que esto sea realmente cierto, no basta con que sus riesgos estén protegidos con medios de protección, sino que además es necesario que los **sistemas de seguridad de las máquinas sean fiables**, es decir, **resistentes a fallos**. Hay que tener en cuenta que los fallos de los medios de producción se detectan fácilmente, en cambio los fallos de los sistemas de protección no.

Para aclarar la anterior afirmación puede imaginarse una prensa hidráulica (Figura 1), en la que el operario deba colocar una chapa metálica en la matriz, oprimir un pedal para que el troquel conforme la pieza, y posteriormente retirar ésta para iniciar un nuevo ciclo. La máquina está protegida con una barrera de células fotoeléctricas colocada ante la zona de peligro, concebida de forma que si el operario penetra en esa zona, necesariamente interrumpiría la barrera, esto provocaría que el troquel se detenga en cualquier punto de su recorrido, se encuentre donde se encuentre, de manera que el operario no pueda introducir sus manos en la zona de peligro con las partes peligrosas en movimiento.

Si al oprimir el pedal el troquel no baja o al bajar se atasca, el problema es detectado inmediatamente por el operario. En cambio, si lo que se estropea es la barrera de células fotoeléctricas, sólo existen tres posibilidades de que sea advertido:

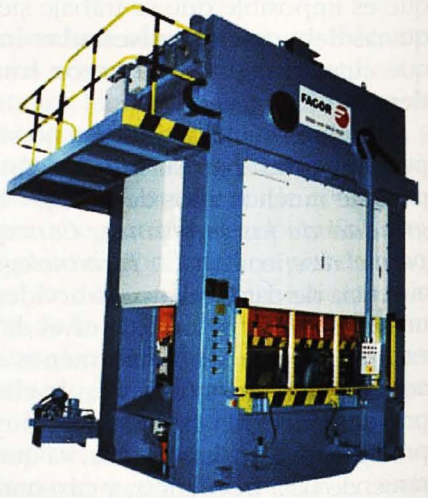


Figura 1. Prensa hidráulica, con la zona de trabajo protegida con barreras de células fotoeléctricas.

1. Si el circuito de mando se ha provisto de un sistema que detecte automáticamente la falta de funcionamiento de la barrera.
2. Durante una revisión de la máquina por parte de personal de mantenimiento, si es que existe un programa de mantenimiento preventivo y este incluye la comprobación de los dispositivos de seguridad.
3. Si no existe ni el sistema de detección automático ni el programa de mantenimiento preventivo, el fallo sólo puede ser detectado cuando, por el motivo que sea, alguien penetre en la zona de peligro y los elementos peligrosos no se detengan. Cuando esta situación llegue a ocurrir será muy difícil evitar que se produzca el accidente.

1.1. Objeto del capítulo

El presente capítulo sobre protección de máquinas va a tratar con mayor amplitud los riesgos mecánicos que el resto de riesgos, ya que los puramente mecánicos son los riesgos intrínsecamente debidos a las máquinas. Pero si se hace una evaluación de los riesgos de una máquina, ya sea en fase de diseño o ya una vez instalada, deben analizarse todos los riesgos de la misma, no sólo los mecánicos, sino también los térmicos, eléctricos, de incendio y explosión, derivados del acceso y permanencia en los equipos y los higiénicos o ergonómicos.

Como en los tratados de protección de máquinas siempre se ha prestado mucha más atención a los riesgos mecánicos y sus modos de protección, las evaluaciones de los riesgos de las máquinas suelen dedicar mucha mayor atención y profundidad a estos riesgos que a cualquier otro, incluso en ocasiones se olvidan el resto de los riesgos. Incluso se olvida que un diseño defectuoso o un fallo en el sistema de mando, puede dar lugar a un atrapamiento, aunque aparentemente este riesgo esté protegido.

El objeto de este capítulo es tratar con la suficiente profundidad el análisis de todos los riesgos de las máquinas, y de sus medidas de prevención y protección. Se dedicará especial atención a los riesgos mecánicos, ya que sobre el resto de ellos (eléctricos, térmicos,...) se podrá encontrar una más amplia información en los respectivos capítulos de este mismo manual.

2. DEFINICIONES

Máquina. Conjunto de piezas u órganos unidos entre sí, de los que uno al menos es móvil y, en su caso, de órganos de accionamiento, circuitos de mando y de potencia, etc., asociados solidariamente para una aplicación determinada. También a un conjunto de máquinas que para llegar a un mismo resultado están dispuestas y accionadas para funcionar solidariamente, se le considera una nueva máquina. De la misma manera, máquina es un equipo intercambiable que modifica la función de otra máquina y que se pone en el mercado con objeto de que el propio operador lo acople a una máquina, a una serie de máquinas diferentes o a un tractor, siempre que este equipo no sea una pieza de recambio o una herramienta.

Cuasi máquina. Conjunto que constituye casi una máquina, pero que no puede realizar por sí solo una aplicación determinada. La cuasi máquina está destinada únicamente a ser incorporada a, o ensamblada con, otras máquinas, u otras cuasi máquinas o equipos, para formar una máquina a la que se aplique la normativa comunitaria.

Componente de seguridad. Componente que se comercializa por separado, con el fin de garantizar mediante su utilización una función de seguridad y cuyo fallo o mal funcionamiento pone en peligro la seguridad o salud de las personas expuestas. Componente de seguridad es, por ejemplo, un doble mando o una barrera de células fotoeléctricas utilizadas para proteger una zona peligrosa de una máquina, o un interruptor de posición cuya función sea controlar que una máquina no se pueda poner en marcha mientras una puerta de un sistema de protección esté abierta.

Marcado CE. Marca que debe ser colocada por su fabricante en cada máquina que se ponga en servicio en la Unión Europea, y que garantiza que se ha fabricado cumpliendo la normativa europea. Debe ser clara, visible e indeleble, y tendrá la forma indicada en la Figura 2.

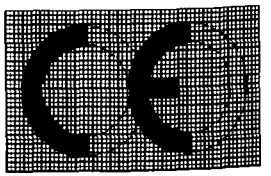


Figura 2

Declaración CE de conformidad. Es el documento con el que el fabricante declara a su máquina o componente conforme a la normativa europea, responsabilizándose de la seguridad del producto. La declaración de conformidad acompañará a todas las máquinas. Sin esta declaración una máquina no puede disponer del marcado CE.

Deben aparecer, entre otros datos, la identificación de la máquina y el fabricante, y la referencia a las directivas comunitarias que afectan a la máquina.

Manual de Instrucciones. Documentación que deberá acompañar a cada equipo, redactado en la lengua original del país de fabricación y con otra copia en la lengua del país de uso. Deberá contener información e instrucciones mínimas respecto a sus condiciones de puesta en servicio, utilización y mantenimiento, entre otras.

Modificación sustancial de las funciones de una máquina. Se entenderá por tal todos los cambios que impliquen que la máquina haga hoy funciones, movimientos,... que ayer no hacía, o que realizando la misma función la ejecute de forma diferente. También modificación sustancial será toda aquella que haga aparecer nuevos riesgos en la máquina. Algunos ejemplos de modificaciones sustanciales son:

- Cambiar una alimentación automática por una alimentación manual, o viceversa.
- Reutilizar una máquina compleja que ha quedado obsoleta, utilizando alguna de sus funciones básicas (utilizar el plato de un torno para acoplarle un tambor lleno de granalla y convertirlo en granalladora, por ejemplo).
- Acoplar un manipulador neumático a una máquina para que realice una función o un movimiento adicional a los que hacía antes.

Uso previsto de una máquina. Uso para el que está destinada dicha máquina, de acuerdo con las indicaciones dadas por el fabricante, o bien el que se considere usual de acuerdo con su diseño, su ejecución y su modo de funcionamiento. El uso previsto implica también el cumplimiento de las instrucciones técnicas expresadas en el manual de instrucciones, teniendo en cuenta el mal uso previsible.

Mal uso previsible de una máquina. Es una condición anormal de utilización de la máquina, que la experiencia dice que es razonable que se produzca, como los movimientos instintivos o reflejos, o la tentación de eliminar un dispositivo de seguridad que incomoda al operador o disminuye su productividad. El fabricante debe estudiar los riesgos que puede generar el mal uso previsible cuando diseña las medidas de prevención y protección de una máquina.

Zona peligrosa. Cualquier zona de la máquina o su entorno, en la cual la presencia de una persona suponga un riesgo para la seguridad o salud de la misma. Su contorno es la línea de peligro.

Seguridad de una máquina. Aptitud de una máquina para cumplir su función, para ser transportada, instalada, ajustada, mantenida, desmantelada y retirada en las condiciones de uso previsto especificadas en el manual de instrucciones sin causar lesiones o daños a la salud.

Fiabilidad. Aptitud de una máquina, o de componentes, o de equipos, para desempeñar sin fallos una función determinada, en condiciones especificadas y durante un período de tiempo dado.

Prevención intrínseca. Consiste en eliminar el mayor número posible de peligros o reducir al máximo los riesgos seleccionando convenientemente determinadas características de diseño de la máquina. También es aplicable cuando se limita la exposición de las personas a los peligros inevitables, reduciendo la necesidad de que el operador intervenga en zonas peligrosas.

Medidas de protección. Son medidas de seguridad consistentes en el empleo de medios técnicos específicos denominados resguardos y dispositivos de protección, con el fin de proteger a las personas contra los riesgos que, de modo razonable, la aplicación de las técnicas de prevención intrínseca no permite, a un nivel aceptable, eliminar o reducir convenientemente.

Medio de protección. Resguardo o dispositivo diseñado para proteger contra un peligro.

Resguardo. Es un elemento de una máquina, o en general de un equipo de protección, que se utiliza específicamente para garantizar la protección mediante una barrera material. Actúa impidiendo o dificultando el acceso de las personas a la zona de peligro.

Dispositivo de protección. Es un elemento distinto de los resguardos, que solo o asociado a un resguardo reduce el riesgo. Normalmente está asociado al sistema de mando de la máquina, de forma que elimina o reduce el riesgo antes de que se puedan alcanzar las partes peligrosas.

Seguridad positiva. Se alcanza esta condición si las funciones de seguridad permanecen garantizadas en caso de fallo del sistema de alimentación de energía o de cualquier componente que forme parte del sistema de seguridad de la máquina.

Acción mecánica positiva. Cuando un componente mecánico al desplazarse arrastra inevitablemente a otro, bien por contacto directo o por medio de elementos rígidos. Igualmente se aplica a un componente que se opone, por su presencia, a cualquier movimiento de otro componente. No existe cuando un componente mecánico, al desplazarse permite que otro se desplace libremente (por la gravedad, por la fuerza de un muelle, etc.).

3. CRITERIOS LEGALES Y TÉCNICOS DE REFERENCIA

3.1. Legislación

La legislación española y europea aplicable a la seguridad en máquinas es amplia, compleja y a veces difícil de entender. En múltiples ocasiones, quien la pretende aplicar puede mezclar las obligaciones de los fabricantes con las de los usuarios de máquinas, no diferenciando, por ejemplo, la obligación de colocar el marcado CE en una máquina (obligación del fabricante) con la obligación de adecuar una máquina instalada en una empresa a las condiciones exigidas en el Real Decreto 1215/97 (obligación del usuario).

El objetivo de este capítulo es aclarar cuales son las exigencias de la legislación en máquinas, diferenciando entre las obligaciones para los fabricantes, y las obligaciones para los usuarios, y aclarando qué tiene que hacer un fabricante, usuario o comprador de máquinas para asegurarse de que está cumpliendo con sus obligaciones legales.

Inicialmente, la Ley 31/1995 de Prevención de Riesgos Laborales y su posterior modificación a través de la Ley 54/2003, determina el cuerpo básico de garantías y responsabilidades preciso para implantar un adecuado nivel de protección de la salud de los trabajadores frente a los riesgos derivados de las condiciones de trabajo. En relación con las máquinas, establece obligaciones generales tanto para fabricantes como para usuarios de máquinas y equipos de trabajo.

El Capítulo VI de la Ley señala las obligaciones básicas que afectan a los fabricantes, importadores y suministradores de maquinaría, equipos, productos y útiles de trabajo, que enlazan con la normativa comunitaria de mercado interior dictada para asegurar la exclusiva comercialización de aquellos productos y equipos que ofrezcan los mayores niveles de seguridad para los usuarios. Así, el artículo 41 señala:

> *«Los fabricantes, importadores y suministradores de maquinaria, equipos, productos y útiles de trabajo están obligados a asegurar que éstos no constituyen una fuente de peligro para el trabajador, siempre que sean instalados y utilizados en las condiciones, forma y para los fines recomendados para ello.... ....*

(los fabricantes) deberán suministrar la información que indique la forma correcta de utilización por los trabajadores, las medidas preventivas adicionales que deben tomarse y los riesgos laborales que conlleven tanto su uso normal, como su manipulación o empleo inadecuado....

... Los fabricantes, importadores y suministradores deberán proporcionar a los empresarios, y éstos recabar de aquellos, la información necesaria para que la utilización y manipulación de maquinaria, equipos, productos, materias primas y útiles de trabajo se produzca sin riesgos para la seguridad y salud de los trabajadores, así como para que los empresarios puedan cumplir con sus obligaciones de información respecto de los trabajadores».

Por otra parte, dentro del Capítulo III de la misma ley, el artículo 17 «Equipos de trabajo y medios de protección» dice:

«El empresario adoptará las medidas necesarias con el fin de que los equipos de trabajo sean adecuados para el trabajo que deba realizarse y convenientemente adaptados a tal efecto, de forma que garanticen la seguridad y la salud de los trabajadores al utilizarlos.

Cuando la utilización de un equipo de trabajo pueda presentar un riesgo específico para la seguridad y la salud de los trabajadores, el empresario adoptará las medidas necesarias con el fin de que:

La utilización del equipo de trabajo quede reservada a los encargados de dicha utilización.

Los trabajos de reparación, transformación, mantenimiento o conservación sean realizados por los trabajadores específicamente capacitados para ello.»

Desarrollando estos aspectos esbozados en la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, la legislación específica más relevante para la seguridad en máquinas es la siguiente:

- **Real Decreto 1435/1992** de 27 de noviembre, por el que se dictan las disposiciones de aplicación de la directiva del consejo 89/392/CEE, relativa a la aproximación de las legislaciones de los estado miembros sobre máquinas.

- **Real Decreto 56/1995**, de 20 de enero, por el que se modifica el Real Decreto 1435/1992, de 27 de noviembre, relativo a las disposiciones de aplicación de la directiva del consejo 89/392/CEE, sobre máquinas.
- **Real Decreto 1215/1997**, de 18 de julio por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- **Real Decreto 1644/2008**, de 10 de octubre, por el que se establecen las normas para la comercializacióny puesta en servicio de las máquinas. Dicho Real Decreto se deriva de la transposición de la Directiva 2006/42/CE.

El Real Decreto 1644/2008 deroga tanto al Real Decreto 1435/1992 como a su posterior modificación: el Real Decreto 56/95, y, al igual que éstos, establece las exigencias específicas que deben cumplir los fabricantes de máquinas para comercializar o poner en servicio una máquina de nueva fabricación en la Comunidad Europea a partir de su entrada en vigor el 29.12.2009.

Las máquinas afectadas por los Reales Decretos anteriores (RD 1435/1992, RD 56/1995) no se ven afectadas por este Real Decreto.

3.2. Real Decreto 1644/2008 por el que se establecen las normas para la comercialización y puesta en servicio de las máquinas

Este Real Decreto tiene por objeto establecer las prescripciones relativas a la comercialización y puesta en servicio de las máquinas, con el fin de garantizar la seguridad de las mismas y su libre circulación dentro del Estado Económico Europeo.

Se considerarán conformes con el conjunto de las disposiciones del Real Decreto 1644/2008 las máquinas, cuasi máquinas y componentes de seguridad, que estén provistas del marcado CE y acompañadas de la correspondiente Declaración CE de conformidad. En el caso de las cuasi máquinas, deben ir acompañadas de la Declaración de incorporación.

Para ello, el fabricante antes de la comercialización de la máquina, debe asegurar que la máquina es conforme a los requisitos esenciales de seguridad y salud contenidos en el anexo I del Real Decreto, debiendo elaborar el expediente técnico de construcción y llevar a cabo los oportunos procedimientos de evaluación de conformidad.

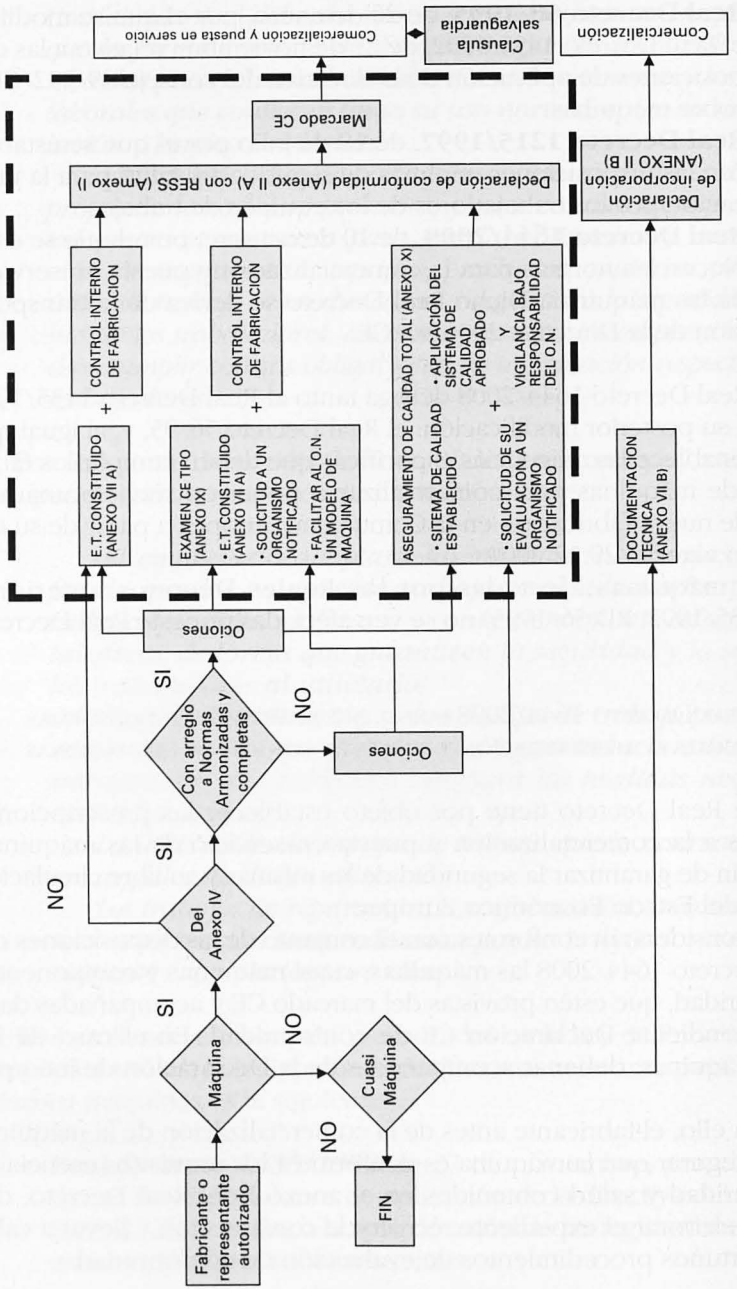


Figura 3

Además, cada máquina llevará un manual de instrucciones escrito o traducido al castellano.

El procedimiento a seguir para poder realizar la certificación de la conformidad a este Real Decreto es el que exponemos en la figura 3, elaborado por el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo.

El proceso final para la comercialización de una máquina siempre supone la elaboración de la Declaración de Conformidad y marcar la máquina con el marcado CE.

El primer paso para el fabricante (Figura 4) es comprobar si la máquina se encuentra dentro del listado del Anexo IV (Figura 5) del Real Decreto.

FABRICANTE

Se considera fabricante aquella persona física o jurídica que diseñe y/o fabrique una máquina o una cuasi máquina cubierta por el real decreto y que sea responsable de la conformidad de dicha máquina o cuasi máquina con el real decreto, con vistas a su comercialización, bajo su propio nombre o su propia marca, o para su uso propio. En ausencia de un fabricante en el sentido indicado, se considera fabricante cualquier persona física o jurídica que comercialice o ponga en servicio una máquina o una cuasi máquina cubierta por este real decreto.

Casos prácticos

Una empresa X solicita a una ingeniería Y el diseño de una máquina, y dicha ingeniería también fabrica esta máquina. Se considera fabricante a la ingeniería Y.

Una empresa X solicita a una ingeniería Y el diseño de una máquina, ésta realiza el diseño y manda su fabricación a otra empresa diferente, Z. Fabricante se considera a esta última empresa Z.

Una empresa X compra diferentes máquinas de distintos fabricantes Y, Z. La empresa X monta un conjunto de máquinas dispuestas y accionadas para funcionar como una sola máquina. Fabricante es quien monta el conjunto: la empresa X.

Una empresa X compra una máquina a una empresa Y. Si la empresa X realiza una modificación sustancial de la máquina por su cuenta, se considera fabricante a la empresa X.

Una empresa X fabrica en un país fuera de la Unión Europea, y comercializa en la Unión Europea a través de una empresa Y. Fabricante es la empresa Y, siempre y cuando sea un Representante Autorizado con un mandato por escrito de la empresa X.

No se considera fabricante a quien efectúa una adecuación de una máquina antigua (anterior al 1/1/1995) a los requisitos mínimos indicados en el Anexo I del RD1215/1997. En cambio, si se realiza alguna modificación en el uso de la máquina, sí se convierte en fabricante.

Figura 4

ANEXO IV

1. Sierras circulares para trabajar la madera y materias de características físicas similares, o para cortar carne y materias de características físicas similares, de los tipos siguientes:
   1.1. Sierras con una o varias hojas fijas durante el proceso de corte, con mesa o bancada fija, con avance manual de la pieza o con dispositivo de avance amovible.
   1.2. Sierras con una o varias hojas fijas durante el proceso de corte, con mesa-caballete o carro de movimiento alternativo, de desplazamiento manual.
   1.3. Sierras con una o varias hojas fijas durante el proceso de corte, con dispositivo de avance integrado de las piezas que se han de serrar, de carga y/o descarga manual.
   1.4. Sierras con una o varias hojas móviles durante el proceso de corte, con desplazamiento motorizado de la herramienta, de carga y/o descarga manual.
2. Cepilladoras con avance manual para trabajar la madera.
3. Regruesadoras de una cara con dispositivo de avance integrado, de carga y/o descarga manual, para trabajar la madera.
4. Sierras de cinta de carga y/o descarga manual para trabajar la madera y materias de características físicas similares, o para cortar carne y materias de características físicas similares, de los tipos siguientes:
   4.1. Sierras con una o varias hojas fijas durante el proceso de corte, con mesa o bancada para la pieza, fija o de movimiento alternativo.
   4.2. Sierras con una o varias hojas montadas sobre un carro de movimiento alternativo.
5. Máquinas combinadas de los tipos mencionados en los puntos 1 a 4 y en el punto 7, para trabajar la madera y materias de características físicas similares.
6. Espigadoras de varios ejes con avance manual para trabajar la madera.
7. Tupíes de husillo vertical con avance manual para trabajar la madera y materias de características físicas similares.
8. Sierras portátiles de cadena para trabajar la madera.
9. Prensas, incluidas las plegadoras, para trabajar metales en frío, de carga y/o descarga manual, cuyos elementos móviles de trabajo pueden tener un recorrido superior a 6 mm y una velocidad superior a 30 mm/s.
10. Máquinas para moldear plásticos por inyección o compresión de carga o descarga manual.
11. Máquinas para moldear caucho por inyección o compresión de carga o descarga manual.
12. Máquinas para trabajos subterráneos, de los tipos siguientes:
    12.1. Locomotoras y vagones-freno.
    12.2. Sostenimientos hidráulicos autodesplazables.
13. Cubetas de recogida de residuos domésticos de carga manual y con mecanismo de compresión.
14. Dispositivos amovibles de transmisión mecánica, incluidos sus resguardos.
15. Resguardos para dispositivos amovibles de transmisión mecánica.
16. Plataformas elevadoras para vehículos.
17. Aparatos de elevación de personas, o de personas y materiales, con peligro de caída vertical superior a 3 metros.
18. Máquinas portátiles de fijación, de carga explosiva y otras máquinas portátiles de impacto.
19. Dispositivos de protección diseñados para detectar la presencia de personas.
20. Resguardos móviles motorizados con dispositivo de enclavamiento diseñados para utilizarse como medida de protección en las máquinas consideradas en los puntos 9, 10 y 11.
21. Bloques lógicos para desempeñar funciones de seguridad.
22. Estructuras de protección en caso de vuelco (ROPS).
23. Estructuras de protección contra la caída de objetos (FOPS).

Figura 5

1. Si no estuviera incluida, el fabricante debe elaborar un Expediente Técnico de Construcción (Figura 6) según indicaciones del Anexo VII apartado A, y aplicar el procedimiento de control interno previsto en el Anexo VIII.

Una vez elaborado el expediente técnico y sometida la máquina al procedimiento de control interno, el fabricante elabora la Declaración de Conformidad y marca la máquina. No es ne-

EXPEDIENTE TÉCNICO DE CONSTRUCCIÓN

Es el Documento a través del que se demuestra la conformidad de la máquina con los requisitos de la Directiva 2006/42/CE.
Debe estar a disposición de las autoridades competentes durante al menos 10 años.
El expediente técnico constará de los siguientes elementos:

- Una descripción general de la máquina.
- El plano de conjunto de la máquina y los planos de los circuitos de mando, así como las descripciones y explicaciones pertinentes, necesarias para comprender el funcionamiento de la máquina.
- La documentación relativa a la evaluación de riesgos, que muestre el procedimiento seguido, incluyendo:
  1. Una lista de los requisitos esenciales de salud y seguridad que se apliquen a la máquina.
  2. La descripción de las medidas preventivas aplicadas para eliminar los peligros identificados o reducir los riesgos y, en su caso, la indicación de los riesgos residuales asociados a la máquina.
- Las normas y demás especificaciones técnicas utilizadas, con indicación de los requisitos esenciales de seguridad y salud cubiertos por dichas normas.
- Cualquier informe técnico que refleje ensayos realizados por el fabricante.
- Un ejemplar del manual de instrucciones de la máquina.
- En su caso, declaración de incorporación de las cuasi máquina incluidas y las correspondientes instrucciones para el montaje de estas.
- En su caso, sendas copias de la declaración CE de conformidad de las máquinas u otros productos incorporados a la máquina.
- Una copia de la Declaración de conformidad.
- En caso de fabricación en serie, disposiciones internas que vayan a aplicarse para mantener la conformidad de las máquinas con la directiva.

Figura 6

cesaria la intervención de ninguna entidad u organismo externo a la empresa.

2. Si la máquina sí está incluida en el listado del Anexo IV, entonces el fabricante debe preguntarse si dicha máquina ha sido fabricada con arreglo a las normas armonizadas y si dichas normas cubren todos los requisitos esenciales de seguridad y salud pertinentes.
   2.1. Si la respuesta es afirmativa, entonces se podrá elegir entre tres opciones de certificación:
      2.1.1. En la primera opción, el fabricante aplica el procedimiento de evaluación de conformidad mediante control interno de fabricación, habiendo constituido el Expediente Técnico.
      2.1.2. En la segunda opción, además de un procedimiento de control interno de fabricación, el fabricante somete a la máquina, a través de un Organismo Notificado, a un Examen CE de tipo. Según esta opción, un Organismo Notificado comprueba y certifica que un modelo representativo de una máquina del Anexo IV ("tipo") cumple las disposiciones de la Directiva 2006/42/CE. Para ello, se revisa el Expediente Técnico y se comprueba que la máquina tipo ha sido fabricada de acuerdo al mismo. Se efectúan pruebas a la máquina para comprobar su conformidad con los requisitos esenciales de seguridad y salud del Anexo I o con las normas armonizadas aplicadas. Se expide un Certificado CE de tipo. El fabricante y el organismo notificado conservarán durante 15 años, a partir de la fecha de expedición, copia de toda la documentación. El fabricante solicitará al Organismo Notificado la revisión cada 5 años de la validez del certificado.
      2.1.3. La tercera opción consiste en aplicar un procedimiento de aseguramiento de calidad (UNE-EN ISO 9001). Según esta opción, el fabricante adopta un sistema de calidad para el diseño, fabricación, inspecciones del producto y ensayos; y el Organismo Notificado evalúa y aprueba el sistema de calidad, y supervisa su aplicación. Se someterá al sistema de calidad a auditorías cada 3 años. El fabricante o su representante autorizado tendrá la documentación generada a disposición de las autoridades competentes durante 10 años.

   2.2. Finalmente, cuando la máquina figure en el Anexo IV y no haya sido fabricada con arreglo a normas armonizadas, o lo haya sido respetando solo en parte dichas normas, o si las normas armonizadas no cubren todos los requisitos esenciales de seguridad y salud, o si no existen normas armonizadas para la máquina en cuestión, el fabricante tendrá que aplicar el procedimiento de Examen CE de tipo más el procedimiento de control interno o el de aseguramiento de calidad.

Sea cual sea el proceso que se haya seguido, al final la máquina siempre dispondrá del marcado CE, y para su comercialización estará acompañada de la Declaración de Conformidad y un manual de instrucciones (Figura 7).

Manual de instrucciones

Las máquinas comercializadas y/o puestas en servicio en España deben ir acompañadas de un manual de instrucciones, en castellano. Si es una traducción, deberá ir acompañada de un «Manual original».
Contendrá, entre otros:

- Una descripción general de la máquina.
- Los planos, diagramas, descripciones y explicaciones necesarias para el uso, el mantenimiento y la reparación de la máquina, así como para comprobar su correcto funcionamiento.
- Una descripción de los puestos de trabajo que puedan ocupar los operadores.
- Una descripción del uso previsto de la máquina.
- Las instrucciones de montaje, instalación y conexión, incluidos los planos, diagramas y medios de fijación y la designación del chasis o de la instalación en la que debe montarse la máquina.
- Las instrucciones relativas a la puesta en servicio y la utilización de la máquina y, en caso necesario, las instrucciones relativas a la formación de los operadores.
- Información sobre los riesgos residuales que existan.
- Instrucciones para que las operaciones de transporte, manutención y almacenamiento puedan realizarse con total seguridad.
- El modo operativo que se ha de seguir en caso de accidente o de avería; si es probable que se produzca un bloqueo, el modo operativo que se ha de seguir para lograr el desbloqueo del equipo con total seguridad.
- La descripción de las operaciones de reglaje y de mantenimiento que deban ser realizadas por el usuario, así como las medidas de mantenimiento preventivo que se han de cumplir.
- Las características de las piezas de recambio que deben utilizarse, cuando estas afecten a la salud y seguridad de los operadores.
- Indicaciones sobre el ruido aéreo emitido.
- Información sobre la radiación emitida para el operador y las personas expuestas, cuando proceda.

Figura 7

3.3. Real Decreto 1215/1997 sobre utilización de equipos de trabajo

El Real Decreto 1215/1997 establece las obligaciones específicas de los empresarios usuarios de máquinas. Se ha dado en llamar «Real Decreto de máquinas usadas» o «Real Decreto de máquinas viejas», denominaciones muy poco afortunadas, ya que han inducido a pensar que este Real Decreto **sólo se aplica a las máquinas fabricadas antes del 1 de enero de 1995**, y que las máquinas fabricadas después de esta fecha sólo tienen que cumplir el Real Decreto 1435/92, **idea errónea** como se verá posteriormente.

Según el Real Decreto 1215/1997, el empresario adoptará las medidas necesarias para que los equipos de trabajo que ponga a disposición de los trabajadores sean **adecuados al trabajo** que deba realizarse y convenientemente **adaptados al mismo**, de forma que garanticen la **seguridad y la salud de los trabajadores al utilizar dichos equipos**.

Esta norma es de aplicación a todos los equipos utilizados en el trabajo, desde las máquinas a las instalaciones, aparatos a presión, depósitos, instrumentos, andamios, herramientas... Sin embargo, en la práctica va dirigida fundamentalmente a las máquinas, siendo más difícil su aplicación, por lo imprecisa, a otros equipos.

Según sus indicaciones, el **empresario debe garantizar** que los equipos de trabajo:

- **Cumplen las condiciones de seguridad exigidas,** comprobándose tal cumplimiento, mediante las pruebas adecuadas si es necesario.
- Se **seleccionan, utilizan y mantienen** de forma adecuada.

En el primer punto se pide que el equipo sea técnicamente seguro, y para ello deberán cumplirse las condiciones que exige el anexo I de este Real Decreto. En cambio, con el segundo punto lo que se pretende es que el equipo que es seguro para el uso previsto por su fabricante, no deje de serlo porque se utiliza incorrectamente, se mantiene deficientemente, o no se ha elegido adecuadamente; para ello deberán cumplirse las exigencias del anexo II. Por ejemplo, se puede comprar una carretilla elevadora que se ha diseñado para elevar cargas cumpliendo todos los requisitos esenciales de seguridad y salud, y utilizarla para elevar personas subidos en las horquillas, o sobre la paleta. Un equipo seguro se estaría utilizando para una operación no prevista por su fabricante, y es esa mala utilización lo que hace peligrosa esta operación, no el equipo. Este riesgo se previene con una adecuada selección del equipo; para estas operaciones es más adecuada una plataforma elevadora de personas.

Además, se dice expresamente que el empresario deberá utilizar únicamente equipos de trabajo que satisfagan, no solamente las condiciones generales previstas en el Anexo I mencionado, sino también cualquier disposición legal o reglamentaria que les sea de aplicación.

Las disposiciones que deben satisfacer los equipos de trabajo quedan claramente diferenciadas para los siguientes casos:

1. Generales aplicables a todos los equipos de trabajo.
2. Equipos de trabajo móviles (automotores o no).
3. Equipos para elevación de cargas.

Las obligaciones más importantes que exige al empresario son, entre otras, las siguientes:

- Garantizar que los **equipos de trabajo** sean los **adecuados**, así como **adaptarlos al trabajo** a realizar.
- Cuando no sea posible garantizar totalmente la seguridad y salud laboral mediante una correcta adecuación, se tomarán medidas para **reducir los riesgos** al mínimo.
- A la hora de **elegir los equipos** de trabajo se deberá tener en cuenta:
  - — Las condiciones y características **específicas del trabajo**.
  - — Los riesgos **existentes** en el lugar de trabajo y en los puestos, así como los riesgos **derivados de la presencia** de dichos equipos de trabajo o los que se **agraven** con ellos.
  - — La adaptación necesaria al **personal discapacitado**.
- Se han de tener en cuenta los **principios ergonómicos** y la posición del trabajador en el puesto.
- Cuando por motivos de seguridad y salud la operación requiera especiales conocimientos, el empresario adoptará las medidas adecuadas para que la utilización del equipo de trabajos se realice por **personal autorizado y designado** para ello.
- El **mantenimiento** se realizará según instrucciones del fabricante, garantizando la **adecuada conservación**. Si las operaciones de mantenimiento suponen un riesgo específico, se han de realizar por **personal especialmente capacitado** para ello.

- El empresario garantizará la **formación e información** de los trabajadores y sus representantes sobre los riesgos y sobre las medidas de prevención de los equipos.

Para saber si una máquina cumple esas condiciones de seguridad indicadas en el anexo I del Real Decreto 1215/97, y dado que éste es técnicamente complejo y difícil de interpretar (para facilitar esta interpretación existe una Guía Técnica para su aplicación, editada por el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo en España), es necesaria su **revisión** por parte de un **técnico acreditado por la autoridad laboral** para el desempeño de las funciones de **Nivel Superior** descritas en el Reglamento de los Servicios de Prevención, con la especialidad de seguridad en el trabajo al menos. También debería disponer de una **formación técnica** que le permita, por ejemplo, interpretar esquemas eléctricos, neumáticos... Este técnico deberá estar integrado en:

- Un Servicio de Prevención Ajeno acreditado por la autoridad laboral.
- En una OCA (organismo colaborador de la administración).
- En la organización de prevención de la empresa donde esté instalado el equipo.

Los resultados de estas comprobaciones deberán **documentarse**, manteniéndose a disposición de la autoridad laboral durante toda la vida útil de los equipos. Lo que se ha dado en llamar «**estudio de adecuación al Real Decreto 1215**» es un informe técnico resultado de la revisión del equipo por un técnico competente, que no tiene carácter de certificación, y en el que se analiza la adecuación de la máquina con respecto a los **18 primeros puntos** (Figura 8) **del anexo I** de dicho Real Decreto, **evaluando los riesgos** de la máquina y **calificando la aptitud de los medios de prevención utilizados** en ella para controlar esos riesgos. Hay diferentes modelos de estudios en el mercado, en función de cuál es la entidad que lo realiza.

En muchas ocasiones se piensa que todas las máquinas que dispongan del **marcado CE** poseen el visto bueno de la administración o de algún organismo de control para ser comercializadas, cuando ya se ha visto que **en realidad esto no es así**. Cuando una máquina no está dentro de las relacionadas en el anexo IV del Real Decreto, **es el propio fabricante** quien, colocando el marcado CE y elaborando la declaración de conformidad, declara que su máquina es conforme a la

1.–Órganos de accionamiento.
2.–Puesta en marcha.
3.–Parada.
4.–Proyección, caída de objetos.
5.–Dispositivos de captación o extracción.
6.–Equipos de trabajo sobre los que se sitúan los trabajadores.
7.–Riesgos de estallido o rotura de elementos de un equipo de trabajo.
8.–Riesgos de accidente por contacto mecánico con elementos móviles.
9.–Iluminación.
10.–Partes del equipo de trabajo con temperaturas elevadas o muy bajas.
11.–Dispositivos de alarma.
12.–Dispositivos de consignación de fuentes de energía.
13.–Señalización.
14.–Equipo de trabajo a utilizar en condiciones ambientales, climatológicas ó industriales agresivas.
15.–Riesgos de explosión.
16.–Riesgos eléctricos.
17.–Ruidos, vibraciones y radiaciones.
18.–Líquidos corrosivos o a alta temperatura.

Figura 8

normativa europea, **sin que precise para ello la intervención de ninguna entidad u organismo externo** a la empresa. Incluso si la máquina está **incluida dentro del citado anexo**, si el fabricante entiende que la ha fabricado conforme a normas armonizadas y completas, una de las posibilidades que le ofrece la norma es aplicar el procedimiento de evolución de conformidad mediante control interno de fabricación, habiendo constituido el Expediente Técnico.

Tanto en un caso como en el otro, **si el fabricante se ha equivocado** y la máquina no es tan segura como debiera, nadie le sacará de su error, ya que **nadie ajeno a su empresa ha examinado su máquina**, por lo que se depende de la buena voluntad y conocimientos de las normas y reglamentación técnica por parte de los fabricantes para que las máquinas que fabrican sean realmente seguras.

También se suele cometer el error de pensar que el Real Decreto 1215/97 sólo se aplica a las máquinas fabricadas antes del 1 de enero de 1995, ya que las máquinas fabricadas después de esta fecha sólo tienen que cumplir el Real Decreto 1435/1992 o el 1644/2008. Esta idea es errónea, ya que **el Real Decreto 1215/1997 se aplica a todas las máquinas instaladas en la empresa, independientemente de su fecha de fabricación**. Lo que realmente ocurre es que los Reales Decretos 1435/1992 y 1644/2008 son más restrictivos que el 1215/1997, si el fabricante cumplió con sus obligaciones al comercializar la máquina, la empresa que la compró y que la está utilizando cumplirá las exigencias del Real Decreto 1215/1997 con toda seguridad; pero si el fabricante no cumplió con ellas, el empresario que utilice la máquina tampoco cumplirá con las suyas respecto al Real Decreto 1215/1997. Por todo esto, es fundamental que en la empresa se seleccione bien la máquina antes de comprarla, y se asegure a la recepción de las misma que dispone de los sistemas de protección necesarios. Para conseguir estos fines, es muy probable que sea necesario el asesoramiento de un experto sobre legislación y sistemas de seguridad en máquinas.

3.4. Normas UNE-EN sobre seguridad en máquinas

A continuación se incluye una relación de las normas UNE-EN más importantes sobre seguridad en máquinas.

- **UNE-ISO 12100-1:2004** Seguridad de las máquinas. Conceptos básicos, principios generales para el diseño. Parte 1: Terminología básica, metodología.
- **UNE-ISO 12100-2:2004** Seguridad de las máquinas. Conceptos básicos. Principios generales para el diseño. Parte 2: Principios y especificaciones técnicas.
- **UNE-ISO 13857:2008** Seguridad de las máquinas. Distancias de seguridad para impedir que se alcancen zonas peligrosas con los miembros superiores e inferiores.
- **UNE-EN 349:1994+A1: 2008** Seguridad de las máquinas. Distancias mínimas para evitar el aplastamiento de partes del cuerpo humano.
- **UNE-ISO 13850:2007** Seguridad de las máquinas. Equipo de parada de emergencia, aspectos funcionales. Principios para el diseño.
- **UNE-ISO 7731:2006** Seguridad de las máquinas. Señales audibles de peligro. Requisitos generales, diseño y ensayos.
- **UNE-EN 547-1:1997** Seguridad de las máquinas. Medidas del cuerpo humano. Parte 1: Principios para la determinación de las dimensiones requeridas para el paso de todo el cuerpo en las máquinas.
- **UNE-EN 547-2:1997** Seguridad de las máquinas. Medidas del cuerpo humano. Parte 2: Principios para la determinación de las dimensiones requeridas para las aberturas de acceso.
- **UNE-EN 547-3:1997** Seguridad de las máquinas. Medidas del cuerpo humano. Parte 3: Datos antropométricos.
- **UNE-ISO 13732-1:2008** Seguridad de las máquinas. Temperaturas de las superficies accesibles. Datos ergonómicos para establecer los valores de las temperaturas límites de las superficies calientes.
- **UNE-EN 574:1997+A1:2008** Seguridad de las máquinas. Dispositivos de mando a dos manos. Aspectos funcionales. Principios para el diseño.
- **UNE-EN 811:1997** Seguridad de las máquinas. Distancias de seguridad para impedir que se alcancen zonas peligrosas con los miembros inferiores.
- **UNE-EN 842:1997+A1:2008** Seguridad de las máquinas. Señales visuales de peligro. Requisitos generales, diseño y ensayos.

- **UNE-EN 953:1998** Seguridad de las máquinas. Resguardos. Requisitos generales para el diseño y construcción de resguardos fijos y móviles.
- **UNE-EN 954-100:2001** Seguridad de las máquinas. Partes de los sistemas de mando relativas a la seguridad. Parte 1: Principios generales para el diseño.
- **UNE-ISO 13849-1:2006** Seguridad de las máquinas. Partes de los sistemas de mando relativas a la seguridad. Parte 1: Principios generales para el diseño.
- **UNE-EN 981:1997 +A1:2008** Seguridad de las máquinas. Sistema de señales de peligro y de información auditivas y visuales.
- **UNE-EN 982:1996+A1:2008** Seguridad de las máquinas. Requisitos de seguridad para sistemas y componentes para transmisiones hidráulicas y neumáticas. Hidráulica.
- **UNE-EN 983:1996+A1:2008** Seguridad de las máquinas. Requisitos de seguridad para sistemas y componentes para transmisiones hidráulicas y neumáticas. Neumática.
- **UNE-EN 999:1999+A1:2008** Seguridad de las máquinas. Posicionamiento de los dispositivos de protección en función de la velocidad de aproximación de partes del cuerpo.
- **UNE-EN 1037:1996+A1:2008** Seguridad de las máquinas. Prevención de una puesta en marcha intempestiva.
- **UNE-ISO 14121-1:2008** Seguridad de las máquinas. Principios para la evaluación del riesgo.
- **UNE-EN 1070:1999** Seguridad de las máquinas. Terminología.
- **UNE-EN 1088:1996+A21:2008** Seguridad de las máquinas. Dispositivos de enclavamiento asociados a resguardos. Principios para el diseño y la selección.

- **UNE-EN 1127-1:2003+A1:2008** Atmósferas explosivas. Prevención y protección contra la explosión. Parte 1: Conceptos básicos y metodología.
- **UNE-EN 1760-1:1998** Seguridad de las máquinas. Dispositivos de protección sensibles a la presión. Parte 1: Principios generales para el diseño y ensayo de alfombras y suelos sensibles a la presión.
- **UNE-EN 1760-2:2001** Seguridad de las máquinas. Dispositivos de protección sensibles a la presión. Parte 2: Principios generales para el diseño y ensayo de bordes y barras sensibles a la presión.
- **UNE-EN 1837:1999** Seguridad de las máquinas. Alumbrado integral de las máquinas.
- **UNE-EN 50014:1999** Material eléctrico para atmósferas potencialmente explosivas. Requisitos generales.
- **UNE-EN 60204-32:2008** Seguridad de las máquinas. Equipo eléctrico de máquinas. Parte 1: Generalidades
- **UNE-EN 61310-1:2008** Seguridad de las máquinas. Indicación, marcado y maniobra. Parte 1: Especificaciones para las señales visuales, audibles y táctiles.
- **UNE-EN 61310-2:2008** Seguridad de las máquinas. Indicación, marcado y maniobra. Parte 2: Especificaciones para el marcado.
- **UNE-EN 61310-3:2008** Seguridad de las máquinas. Indicación, marcado y maniobra. Parte 3: Requisitos para la ubicación y el funcionamiento de los órganos de accionamiento.
- **UNE-EN 61496-1:2004** Seguridad de las máquinas. Equipos de protección electrosensibles. Parte 1: Requisitos generales y ensayos.

- **UNE-EN ISO 7250:1998** Definiciones de las medidas básicas del cuerpo humano para el diseño tecnológico.

4. DESCRIPCIÓN DE LOS RIESGOS GENERADOS POR LAS MÁQUINAS

Los riesgos fundamentales que se pueden encontrar en las máquinas son:

- Riesgos mecánicos derivados de las partes móviles.
- Riesgos de proyecciones, caídas de objetos, estallido y rotura.
- Riesgos térmicos.
- Riesgos de incendio y explosión.
- Riesgo eléctrico.
- Riesgos derivados del acceso y permanencia en las máquinas.
- Riesgos higiénicos.
- Riesgos ergonómicos.

Riesgo derivado del contacto con elementos móviles

Como ya se ha comentado, los riesgos mecánicos son los intrínsecamente derivados de las máquinas, y son producidos por la acción mecánica de los elementos de las máquinas, sus herramientas, las piezas a trabajar o los materiales proyectados, sólidos o líquidos.

Los riesgos mecánicos por excelencia son los producidos por el contacto con las partes móviles de las máquinas, e incluyen el riesgo de sufrir un golpe o abrasión, o ser atrapado por esas partes móviles, sufriendo un aplastamiento, cizallamiento, corte, perforación, punzonamiento...

Otro riesgo derivado del contacto con las partes móviles es ser enganchado y arrastrado por las partes móviles de las máquinas, como consecuencia de llevar ropa suelta, pelo largo sin recoger, corbatas o collares, guantes, etc.

Los movimientos de las distintas partes o elementos de una máquina son, esencialmente, movimientos de rotación, de traslación, alternativos, o bien una combinación de éstos. Dependiendo de la posición de sus diversos elementos, la máquina puede producir accidentes por atrapamientos o golpes.

Todos los elementos peligrosos de una máquina pueden ser clasificados en cuatro grupos que recogen los elementos más comunes que se encuentran en la mayoría de las máquinas.

Grupo 1. Movimientos de rotación

Elementos de rotación considerados aisladamente

a) Árboles

Incluyen ejes (Figura 9 a), brocas y portabrocas (Figura 9 b), vástagos (Figura 9 c), husillos (Figura 9 d)... Todos estos elementos suponen focos de riesgo.

Los motores y ejes se utilizarán en todo tipo de maquinaria, motores, o transmisiones entre máquinas. Estos elementos son peligrosos aunque sean lisos y giren lentamente.

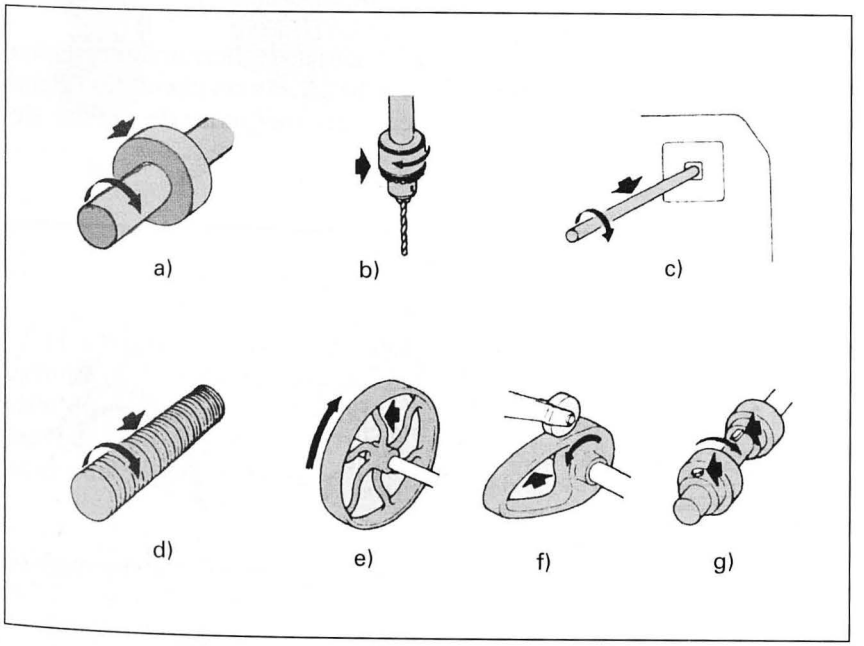


Figura 9

b) Resaltes y aberturas

Se puede considerarlas como partes rotativas discontinuas (Figura 9 e y f), entre las que se incluyen los ventiladores, engranajes, cadenas dentadas, ruedas con radios, brazos de mezcladoras, tambores de centrifugar, tornillos, pasadores, etc. Estos elementos hay que considerarlos aún más peligrosos que los anteriores, por los resaltes y aberturas que poseen. Las chavetas (Figura 9 g), pernos o tornillos que sobresalen de los ejes o de diversos acoplamientos rotativos pueden producir accidentes graves.

El contacto puede originar lesiones graves, especialmente si el operario es enganchado por alguna de estas partes rotativas y arrastrado por ella, por lo que es de especial importancia el uso de ropa ajustada, no llevar pelo largo sin recoger, así como evitar la utilización de guantes, cadenas, o colgantes, que pudieran facilitar este enganche.

c) Herramientas de corte y abrasivas

Entre éstas se incluye una amplia gama de herramientas como: muelas abrasivas, fresas (Figura 10 a y 10 b), sierras circulares (Figura 10 c), cortadoras, trituradoras, moldeadoras, máquinas de cepillar, sierras de cinta....

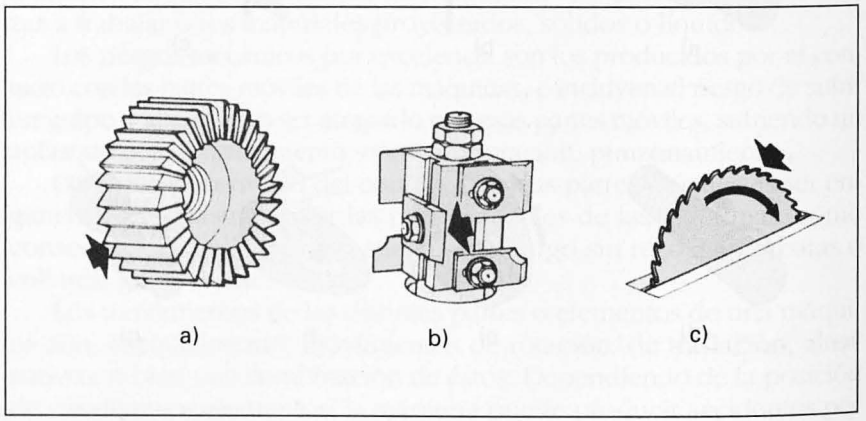


Figura 10

Puntos de atrapamiento

a) Entre piezas girando en sentido contrario

Este caso se presenta cuando dos o más ejes, cilindros (Figura 11 b, c y d) o ruedas dentadas (Figura 11 a), giran en sentido contrario y en ejes paralelos, en contacto directo o con una pequeña separación. Ejemplos de este tipo se pueden encontrar en laminadoras, rodillos, mezcladores, etc. Los rodillos o cilindros se utilizan para diversas aplicaciones, como laminación de metales, fabricación de pastas, en imprenta, lavanderías, fabricación de goma, alimentación de material, etc.

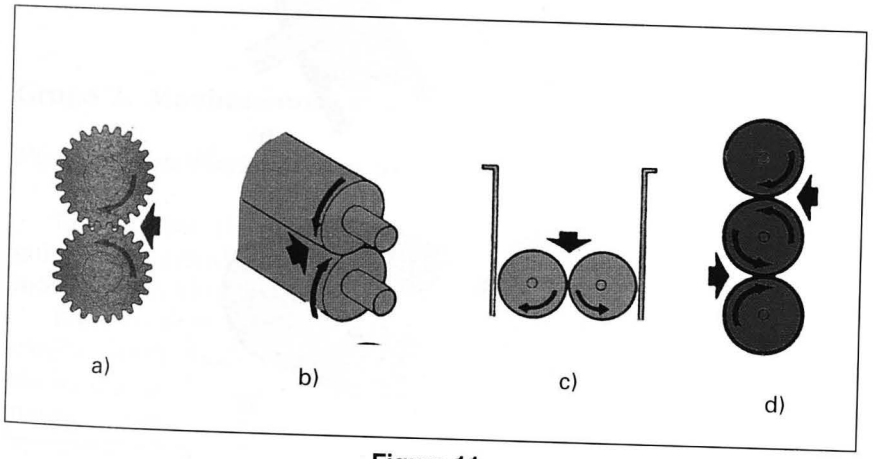


Figura 11

El principal riesgo es el de atrapamiento entre rodillos, derivado por ejemplo de la alimentación de material. El punto peligroso es el indicado en las figuras si el sentido de giro es el representado. En ese punto la parte del cuerpo atrapada sería introducida hacia la máquina, en el punto contrario sería expulsada hacia fuera.

b) Entre partes giratorias y otras con desplazamiento tangencial a ellas

Existen dos riesgos típicos: el de enganche, aumentando el riesgo con la utilización de ropa suelta, y el de atrapamiento y aplastamiento

en el punto de contacto de correa con polea (Figura 12 a), cadena con rueda dentada (Figura 12 b), mecanismo piñón-cremallera (Figura 12 c), cinta transportadora y el tambor de arrastre (Figura 12 d), etc.

Si los sentidos de giro son los representados, el punto de atrapamiento sería el indicado por las flechas, por las mismas razones que en el apartado anterior. En el caso del mecanismo piñón-cremallera, al ser el sentido de giro siempre reversible, los puntos de atrapamiento serían los dos que se indican.

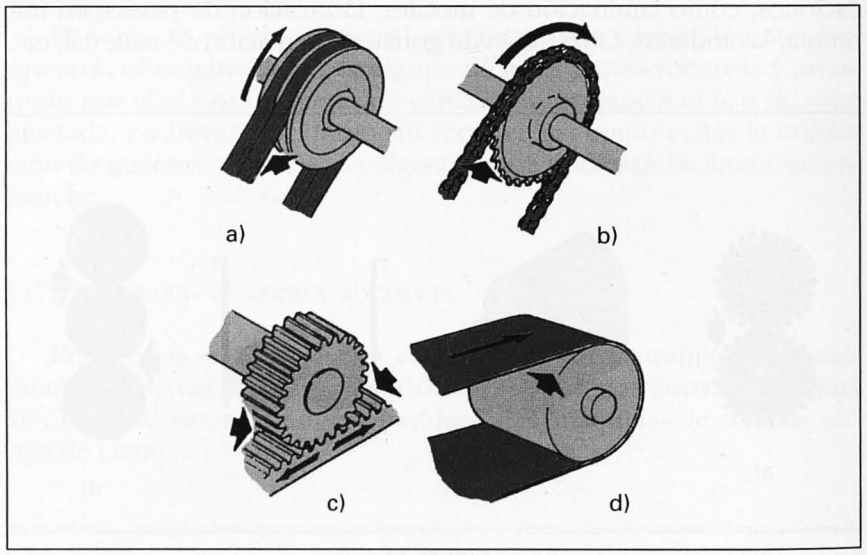


Figura 12

c) Entre piezas giratorias y partes fijas

El riesgo está en el atrapamiento originado por una pieza que está girando en relación con otra que está fija. Ejemplos de este tipo los podemos encontrar en un incontable número de máquinas como un volante y la bancada a la que está sujeto (Figura 13 a), la muela abrasiva con respecto al apoya-piezas (Figura 13 b), las aspas de un ventilador y la estructura que lo rodea (Figura 13 c), un tambor de una mezcladora con respecto a su carcasa de protección (Figura 13 d), los elementos de transmisión de fuerza como ruedas dentadas con la propia carcasa que la envuelve parcialmente (Figura 13 e), etc.

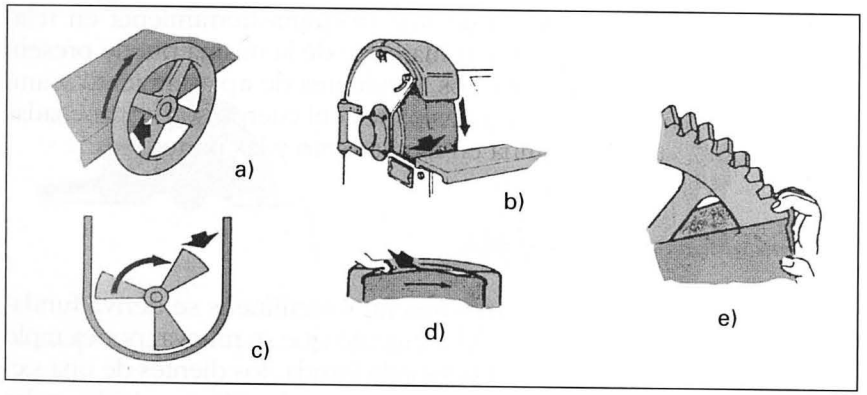


Figura 13

Grupo 2. Movimientos alternativos y de traslación

Piezas con movimiento alternativo o de traslación y partes fijas

En este tipo de movimientos las piezas van normalmente sobre guías, encontrándose el punto de peligro en el lugar donde la pieza móvil se aproxima a otra pieza fija o móvil.

Entre éstas se incluyen las herramientas utilizadas en prensas mecánicas, hidráulicas y neumáticas (Figura 14 a), máquinas de estampado, máquinas de moldeo, plegadoras de metales (Figura 14 b), máquinas de aplanar o cepillar metales (Figura 14 c), sierras de movimiento alternativo, etc.

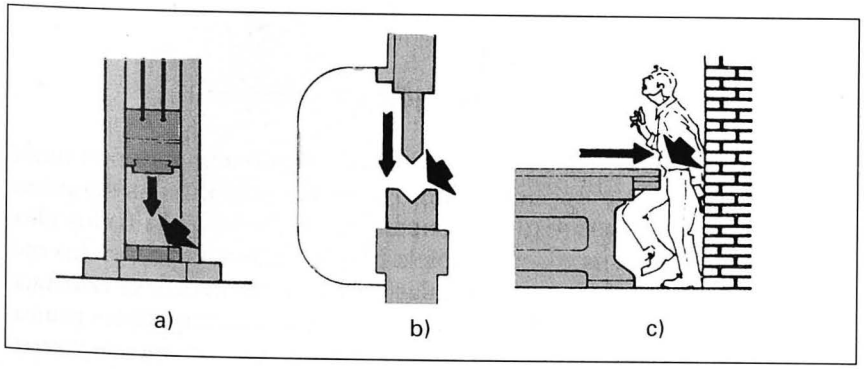


Figura 14

El movimiento transversal de una máquina herramienta en relación con una parte fija que no forma parte de la misma puede presentar este mismo tipo de riesgo. Los accidentes de aplastamiento y amputación ocurren si la mano u otras partes del cuerpo son enganchadas entre las partes de la máquina en movimiento y las partes fijas.

Movimiento de traslación simple

El riesgo de este tipo de movimientos rectilíneos se deriva fundamentalmente de la naturaleza del elemento que se mueva, por ejemplo las partículas abrasivas de un lijadora de banda, los dientes de una sierra (Figura 15 a), las palas de un transportador (Figura 15 b), o las uniones de una correa (Figura 15 c).

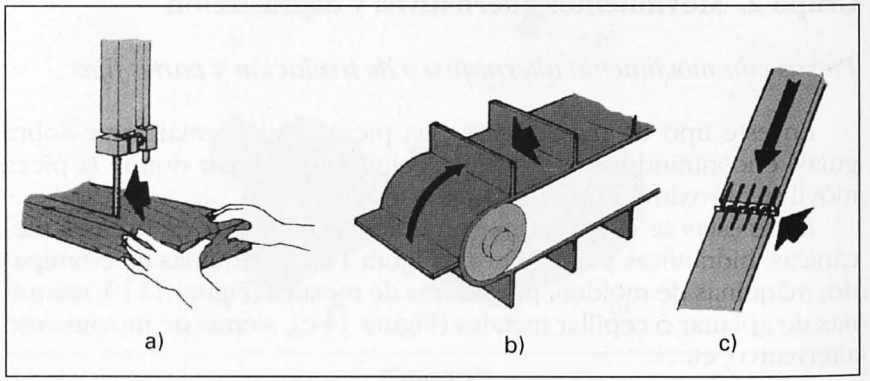


Figura 15

Grupo 3. Movimientos de rotación y traslación

Existen mecanismos de determinadas máquinas que tienen movimiento de rotación y traslación como es el caso de algunas máquinas de imprimir, máquinas textiles, conexiones de bielas, etc. Todos ellos se basan en mecanismos del tipo biela-manivela (Figura 16), en los que partiendo de un movimiento circular (el de la manivela) se consigue uno rectilíneo (el de la biela), o viceversa. Se generan múltiples puntos de cruce entre partes metálicas, con el consiguiente riesgo de atrapamiento o cizallamiento.

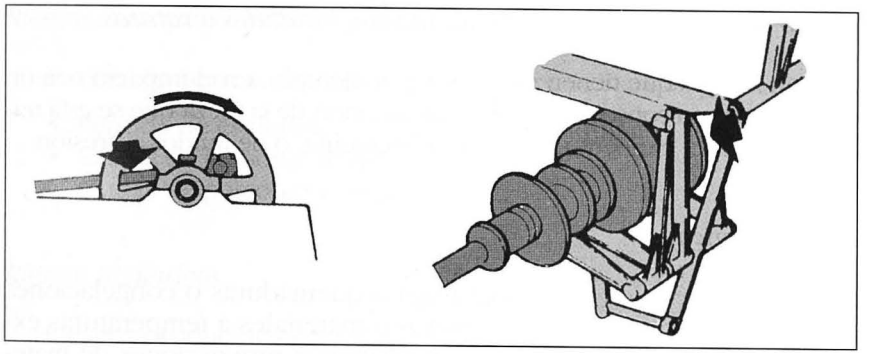


Figura 16

Grupo 4. Movimientos de oscilación

Este tipo de movimientos se basan, como en el caso anterior, en sistemas biela-manivela, si bien en muchas ocasiones el movimiento circular de la manivela es parcial, no llegando a terminar un giro completo. Los mecanismos oscilantes pueden representar un riesgo de cizalla entre sus propios elementos o con otras partes de la máquina. El mismo riesgo puede presentarse entre partes abiertas que se mueven lo suficientemente cerca de cualquier otra pieza que pueda originar el efecto de cizalla. El riesgo de aplastamiento puede aparecer cuando los extremos de los elementos alternativos se aproximan a otras partes que estén fijas o móviles (Figura 17).

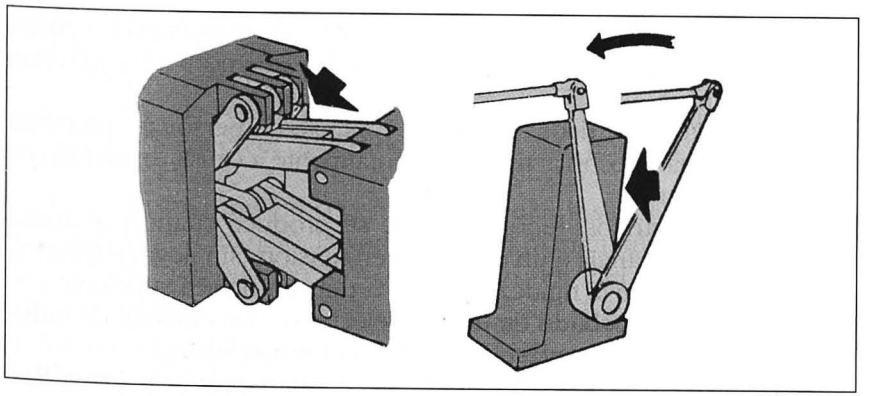


Figura 17

Riesgo de proyecciones, caídas de objetos, estallidos o roturas

Son riesgos que tienen su origen, por ejemplo, en el impacto con un elemento como consecuencia de la proyección de la pieza que se está trabajando, de un elemento de la propia máquina, o de fluidos a presión...

Riesgo térmico

El riesgo térmico puede dar lugar a quemaduras o congelaciones provocadas por contacto con objetos o materiales a temperaturas extremas (tanto altas como bajas), por llamas o proyecciones de materiales incandescentes y también por radiación de fuentes de calor.

Riesgos de incendio y explosión

El riesgo de incendio o explosión puede producirse por la utilización por parte del equipo de sustancias inflamables, ya sean utilizadas como combustible, materia prima, producto final o subproductos intermedios. También es origen de estos riesgos la generación por parte del equipo de calor, chispas,... que pueden actuar como focos de ignición en presencia de un combustible próximo.

Riesgo eléctrico

Los riesgos eléctricos pueden ser resultado de:

- Contactos eléctricos directos: contacto de personas con partes activas de la instalación, es decir, partes que normalmente están en tensión.
- Contactos eléctricos indirectos: contacto de personas con partes que se han hecho activas accidentalmente a causa de un fallo de aislamiento.
- Arcos eléctricos: fenómeno que se produce cuando se acorta tanto la distancia a un elemento en tensión (sin llegar a tocarlo), que hace que la rigidez dieléctrica del aire no sea suficiente y se produzca el cebado de un arco eléctrico, con emisión de radiación térmica y proyección de partículas fundidas.
- Cortocircuitos y sobrecargas que pueden provocar incendios, arcos eléctricos, pérdidas de aislamiento...

Riesgos derivados del acceso y permanencia en las máquinas

Pueden generar accidentes por:

- Pérdida de estabilidad o vuelco de la máquina.
- Caídas de personas al mismo nivel.
- Caídas de personas a distinto nivel.

Riesgos higiénicos

Riesgos producidos por:

- Ruido.
- Vibraciones transmitidas a todo el cuerpo, o en particular a las manos y a los brazos.
- Radiaciones láser, infrarrojos, UVA, ionizantes,...
- Inhalación de gases, vapores, nieblas, humos o polvos de efectos nocivos, tóxicos, corrosivos o irritantes, y que procedan de sustancias emitidas o utilizadas por la máquina.

Riesgos ergonómicos

Riesgos producidos por no respetar los principios de la ergonomía en el diseño de las máquinas, como por ejemplo, los debidos a:

- Posturas forzadas o mantenidas, o esfuerzos excesivos o repetidos en el manejo de los órganos de control de la máquina, en la alimentación y extracción de materiales,...
- Condiciones ambientales (iluminación, ruido...) que dificulten la comprensión de las señales o indicaciones de la máquina, o el manejo de sus controles u órganos de accionamiento, y provoquen fatiga en el operador, o errores que pueden desencadenar un accidente.
- Sobrecarga mental o una carga mental insuficiente, estrés, etc, debidos al manejo, la vigilancia o el mantenimiento de una máquina, que pueden provocar los mismos efectos que en el caso anterior.

Tanto los riesgos higiénicos como los ergonómicos no son objeto de este manual de seguridad, y por ello se van a tratar con menor profundidad que el resto de riesgos, que sí encajan perfectamente en

este manual. De esta manera, en este capítulo se mencionan de forma somera los riesgos higiénicos y ergonómicos básicos, y en el apartado de medidas preventivas se enumerarán sólo las medidas de prevención más elementales frente a estos riesgos

Ahora bien, debe volver a recordarse que una evaluación de los riesgos de una máquina no estará completa si no se han considerado todos sus riesgos con la suficiente profundidad, de manera que todos ellos estén suficientemente controlados. En muchos casos, para la evaluación de una máquina compleja puede ser necesaria la intervención de un equipo multidisciplinar, en el que estén integrados especialistas de seguridad, higiene y ergonomía.

Riesgos de accidentes producidos por fallos de los sistemas de mando y diseño incorrecto de los órganos de accionamiento

Además de los riesgos mencionados, se deben considerar otros **factores** que **no siendo riesgos en sí mismos**, contribuyen a **incrementar los riesgos ya mencionados**. Son en general sucesos peligrosos consecuencia de fallos del sistema de mando, o de accionamientos erróneos o involuntarios de los órganos de accionamiento, y son los siguientes:

- **Puesta en marcha intempestiva o inesperada** de la máquina o de alguno de sus elementos peligrosos, o incremento de velocidad.
- **Pérdida de las funciones de seguridad**, que pueden ser:
  - — La imposibilidad de parar la máquina o sus elementos peligrosos, en las mejores condiciones.
  - — La falta de funcionamiento, o funcionamiento erróneo o ineficaz de los dispositivos de protección.
- **Caídas o proyecciones** de las piezas sujetadas por el equipo.

Debe volver a aclararse que estos no son riesgos, sino factores que incrementan riesgos existentes. Una puesta en marcha intempestiva no es un riesgo en sí mismo, no genera riesgos si no existe en la máquina un riesgo previamente (de atrapamiento, por ejemplo), que se vería incrementado si existe la posibilidad de que se produzca esa puesta en marcha intempestiva. No es un riesgo el que una barrera de células fotoeléctricas se estropee y no detenga la máquina cuando un trabajador

atraviesa sus límites, pero el riesgo que existía previamente y por el que fue colocada en ese lugar ha quedado sin protección.

Los fallos más comunes que suelen provocar estos sucesos peligrosos son los siguientes.

- Pérdidas de la alimentación de energía, o variación de ésta.
- Restablecimiento de energía después de haberse interrumpido.
- Fallos o averías de los sistemas de mando.
- Puesta a masa accidental de uno o varios puntos de un circuito de mando.
- Puentes entre conductores del circuito de maniobra.
- Bloqueos mecánicos de los pulsadores, contactores, válvulas,...
- Accionamientos involuntarios por parte de los propios trabajadores de los órganos de accionamiento.
- Puestas en marcha no autorizadas de los equipos de trabajo.
- Fallos de programa o errores de programación.

5. EVALUACIÓN DEL RIESGO

La **evaluación del riesgo** de una máquina es una de las fases fundamentales del proceso de prevención y protección del mismo, ya sea en **fase de diseño de la máquina**, o bien cuando se **valoran los riesgos de una máquina instalada**.

En esta evaluación deben estar analizados los riesgos de cada una de las máquinas utilizadas en la empresa, sin tan siquiera olvidar los equipos con marcado CE, pues nada exime a un empresario de analizar los riesgos de un equipo de trabajo cuando éstos sean evidentes o parezcan de menor magnitud.

Deberá hacerse una evaluación de riesgos, siempre que:

- Se esté **diseñando una nueva máquina**, bien sea para ser **comercializada** o bien para ser **utilizada dentro de la propia empresa**.
- Se **seleccione** un nuevo equipo de trabajo con el objeto de:
  - — elegir una máquina que sea adecuada al trabajo que deba realizarse,
  - — determinar las necesidades de los equipos y los requisitos a cubrir en materia de prevención de riesgos laborales,
  - — prever la cualificación y formación necesaria de los operarios, etc.

- Cuando una **nueva máquina llegue a la empresa**, debiendo ser evaluada en la recepción de la misma antes de ser instalada, a fin de comprobar que el fabricante haya cumplido con los requerimientos legales y técnicos de protección, y la máquina sea adecuada a las necesidades y peticiones particulares de la empresa.
- De la misma manera, cuando la máquina **llegue en régimen de alquiler, cesión de otra fábrica del mismo grupo**, o de cualquier otra manera, deberá hacerse su evaluación en la recepción mencionada.
- Cuando en una máquina existente en la empresa se realicen cambios que impliquen una **modificación sustancial de sus funciones**, o cuando se monte un **conjunto de máquinas** partiendo de varias máquinas existentes.
- Todas aquellas máquinas cuyas condiciones de seguridad dependan de sus **condiciones de instalación** deben someterse a una **primera evaluación tras su instalación** y antes de la puesta en marcha por primera vez, y a una **nueva evaluación después de cada montaje en un nuevo lugar o emplazamiento**, con objeto de asegurar la correcta instalación y el buen funcionamiento de los mismos.
- Siempre que se produzca un **accidente o incidente** relacionado con la utilización de la máquina, deberá realizarse una nueva evaluación para comprobar si las medidas de prevención o protección que se habían dispuesto son eficaces.

La profundidad con que se realice la evaluación no tendrá que ser la misma en cada caso. Así, por ejemplo cuando se esté seleccionando o recepcionando un nuevo equipo de trabajo, es conveniente hacer una evaluación de sus riesgos, que no tiene por qué tener la misma profundidad que la de la evaluación que ha tenido que efectuar su fabricante.

5.1. Identificación y localización de los riesgos

Es la primera fase dentro de la evaluación de los riesgos de la máquina. En esta primera fase deben quedar claramente **identificados y localizados** todos los riesgos de la máquina. Un riesgo no identificado nunca podrá ser evaluado, y evidentemente no podrá estar protegido.

A la hora de identificar los riesgos habrá que determinar inicialmente cuáles son los límites de la máquina:

- **Límites de utilización**: debe determinarse cuál es el **uso previsto** de la máquina, teniendo en cuenta la utilización en fase de producción, los reglajes, los cambios de utillaje, las operaciones de mantenimiento e incluso las intervenciones esporádicas, por ejemplo para solventar atascos. Debe tenerse en cuenta que es en estas intervenciones esporádicas cuando se producen gran parte de los accidentes.

- **Límites en el espacio**: amplitud de movimientos (teniendo en cuenta todos los modos de marcha y todos los posible utillajes), exigencias dimensionales para la instalación de la máquina (necesidad de espacio para cambios de utillaje, u operaciones de mantenimiento), conexiones con sus fuentes de energía, ...

- **Límites en el tiempo**: vida límite previsible de la máquina o alguno de sus componentes (herramientas, partes sometidas a desgaste, componentes eléctricos, ...), teniendo en cuenta su uso previsto. Sobrepasar el tiempo de funcionamiento previsto por el fabricante para alguno de los componentes de la máquina, como por ejemplo las partes sometidas a presión, a grandes esfuerzos, o a velocidades de rotación muy altas,..., puede dar lugar a accidentes por roturas, estallidos, etc. También puede ocurrir que al exceder la vida útil de alguno de los elementos, los dispositivos de protección dejen de realizar su función correctamente, como pudiera ser la correcta aspiración de una campana extractora si no se ha cambiado un filtro, por ejemplo.

Estos límites de utilización, en el espacio y en el tiempo, **deberían determinarse siempre y registrarse por escrito**, para acompañar a la información y manual de instrucciones de la máquina. Es muy habitual encontrar manuales de máquinas o estudios de evaluación de riesgos en máquinas (informes de adecuación al Real Decreto 1215/1997, por ejemplo) en los que no se han determinado estos límites, y no se describe la máquina para la que se elabora el manual de instrucciones o la evaluación de los riesgos. De esta manera, en una comprobación posterior nunca se podrá estar seguro de **si la máquina se ha modificado posteriormente** (con lo que sería necesario realizar una nueva evaluación) o de **si se tuvieron en cuenta todas las posibles utilizaciones de la máquina**, con todos sus modos de mando, todas sus fases de utilización posibles, etc.

Si la máquina es medianamente compleja, la descripción que debe acompañar a todo manual de instrucciones o estudio de evaluación de riesgos de la misma debe contener al menos la descripción de:

- Las **zonas** diferentes que conforman la máquina, salvo en el caso de máquinas muy simples.
- Todas las **operaciones e intervenciones** que los operarios deban hacer en el funcionamiento normal de la máquina, tales como alimentación de material, amarres de las piezas, reglajes, cambios de utillaje, etc., haciendo mención a las **intervenciones esporádicas** que deban realizarse.
- Los **órganos de accionamiento** para la puesta en marcha, parada, variaciones de presión, velocidad, temperatura,..., y todos aquellos que intervengan en el control de los elementos peligrosos de la máquina, indicando cuál es el comportamiento de la máquina cuando se accionan o se dejan de accionar estos órganos.
- Si existen varios **modos de funcionamiento** (manual, automático, semiautomático,...) deberán estar descritos, y estará indicado cuáles son los órganos de accionamiento y cuál es su funcionamiento para cada uno de esos modos de funcionamiento distintos.
- **La indentidad de los indicadores** (de temperatura, velocidad, presión,...), **de los dispositivos de control o limitadores de parámetros peligrosos** (presostatos, termostatos, válvulas de seguridad,...), **y de los dispositivos de señalización y alarma**.
- La **alimentación de energía** de la máquina (esquemas eléctricos, neumáticos,...), y el comportamiento de la máquina ante cualquier **variación** de alguna de sus energías. También deberán describirse los **dispositivos de separación** de sus fuentes de energía.
- Todos los **riesgos** existentes en la máquina: mecánicos, eléctricos, de estallido, incendio, explosión,... **diferenciando claramente en qué zona se producen, qué operación o elemento de la máquina los origina**, y **cuál es el sistema que se utiliza en la máquina para controlar el riesgo.**

En la evaluación deben estar diferenciados y claramente localizados e identificados cada uno de los riesgos de las máquinas y equipos de trabajo. **Nunca se debería hablar de riesgos de forma inconcreta o genérica**. Si por ejemplo se evalúa una prensa, no sería correcto definir como riesgo «atrapamientos en la prensa» de forma genérica, ya

que las medidas que se aporten serán necesariamente generales, sino que deberán definirse cada uno de los puntos de atrapamiento, y en qué operaciones pueden producirse éstos, por ejemplo:

1. Atrapamientos en la zona del troquel, durante las operaciones de producción normal.
2. Atrapamientos en la zona del troquel, durante las operaciones de reglaje y ajuste.
3. Atrapamientos en la zona del troquel, en operaciones de mantenimiento.
4. Atrapamientos en la zona del volante de inercia, en operaciones de mantenimiento.
5. Atrapamientos con el engrasador del volante de inercia.
6. Etc.

A la hora de identificar los riesgos deberán tenerse en cuenta las siguientes consideraciones:

- El riesgo generado **puede estar permanentemente presente** durante el uso previsto de la máquina (elementos móviles peligrosos en movimiento, arco eléctrico en una máquina de soldadura,...), **o bien puede aparecer de forma imprevista** (puesta en marcha intempestiva, caída o proyección de algún elemento,...). De esta manera, habrá que estudiar si pueden aparecer riesgos, por ejemplo:
  - Tanto cuando la máquina **realiza la función prevista** (funcionamiento normal), como cuando **no realiza esa función prevista** (hay un mal funcionamiento, se produce un atasco previsible de una pieza o una parte de la propia máquina, se bloquea o se atasca una salida de un circuito de líquidos...).
  - **Variación** de una **característica** del material procesado (un nudo en una madera que se está cortando en una sierra de disco, y que podría provocar un rechace violento de la madera...) o de una **dimensión** de la pieza trabajada (que sobresale de los límites previstos y puede golpear al trabajador, por ejemplo).
  - **Fallo de uno o varios de sus componentes o funciones** (bloqueo de contactos de un circuito eléctrico, fallo de software...).
  - **Perturbaciones externas** (choques, vibraciones, campos electromagnéticos, ...).

— **Error o deficiencia de diseño** (errores al programar una secuencia de operaciones,...).
— **Perturbación de su alimentación de energía**: perdida de energía o restablecimiento de esta, disminución o incremento de alguna de sus variables (sobretensiones o bajadas de tensión eléctrica, sobreintensidades, incrementos o perdidas de presión en circuitos de fluidos,...).
— **Pérdida del control de la máquina por el operador** (principalmente en el caso de las máquinas portátiles o manejadas a distancia).

- Habrá que tener en consideración el **mal uso previsible de la máquina**, por ejemplo:

— El comportamiento anormal previsible que resulta de una **falta de atención** y no el que resulta de un mal uso deliberado de la máquina.
— El **comportamiento reflejo** de una persona en el caso de mal funcionamiento, incidente, fallo, etc, durante la utilización de la máquina. Ocurren muchos accidentes porque el operario introduce su mano en la zona de peligro para solucionar un atasco, o para colocar bien una pieza que ha visto que está incorrectamente colocada.
— El comportamiento que resulta de la **aplicación de la «ley del mínimo esfuerzo»** al realizar una tarea. Si para colocar una pieza en la zona de trabajo debe abrirse una protección, colocar la pieza, y volver a cerrar, es posible que el operario tenga la tentación de simplificar la tarea dejando la puerta abierta, si el sistema de protección de la máquina permitiera esta opción.
— El comportamiento de quien intenta solventar lo que entiende que es una **molestia, o un movimiento innecesario**, como puede ser tener la necesidad de emplear las dos manos para pulsar un doble mando, cuando entiende que puede hacer lo mismo con sólo una mano, si se consigue anular con facilidad uno de los dos pulsadores.
— El comportamiento de personas que anulen un dispositivo de seguridad **fácilmente neutralizable** para conseguir de la máquina una mayor productividad.
— Para algunas máquinas (especialmente para un uso no profesional), el comportamiento previsible de algunas personas, tales como **niños o disminuidos**.

- Deberá prestarse atención para no cometer determinados **errores habituales** en la detección de riesgos (especialmente en lo que hace referencia a los riesgos derivados de las partes móviles), como son:

— Atención a los **pequeños puntos de atrapamiento**. En ocasiones, en máquinas muy peligrosas se presta tanto cuidado a la protección de los grandes puntos de atrapamiento que pueden provocar un accidente grave o mortal, que se desatienden otros más pequeños que también pueden provocar accidentes de cierta gravedad. De esta manera no es infrecuente observar, por ejemplo, prensas en las que se ha hecho un gran esfuerzo para proteger la zona del troquel (Figura 18 a, en este caso sin protección), y se ha dejado en cambio un pequeño hueco por el que se puede acceder al volante de inercia (Figura 18 b), zona de menor facilidad de acceso pero también peligrosa, por lo que también tendría que estar protegida. Además, ésta es una zona mucho más fácil de proteger que la anterior, colocando un simple resguardo fijo atornillado.

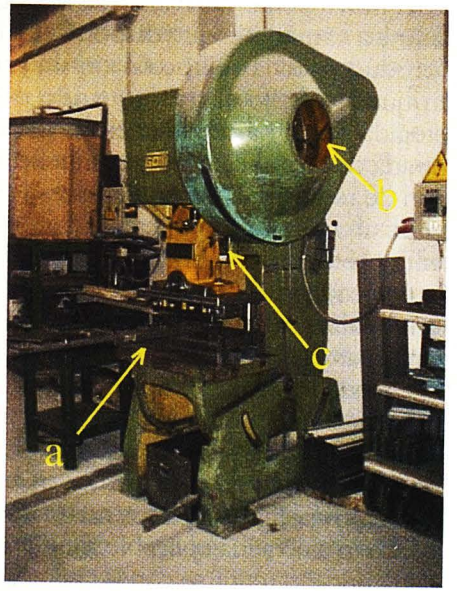


Figura 18

— Atención a los **retrocesos de las partes móviles**. En el mismo ejemplo anterior, se dedica toda la atención a la protección de la zona donde el troquel golpea la matriz (Figura 18 a), y quizá no se observe que cuando vuelve a su posición superior, el mismo troquel crea un punto de atrapamiento con el bastidor de la máquina (Figura 18 c), que quedará desprotegido si no ha sido detectado.

También es frecuente observar movimientos generados por cilindros neumáticos, en los que los riesgos se protegen con sistemas como dobles mandos, o barreras de células fotoeléctricas, sistemas de protección que precisan como elemento básico que el movimiento peligroso se pueda detener en cualquier punto de su recorrido. El cilindro que se observa en la Figura 19 precisa la entrada de aire por una cámara para avanzar y por la otra para retroceder. De esta manera sería posible detener el cilindro en cualquier momento, ya que si el aire deja de fluir después de una parada, ambas cámaras del cilindro quedarán llenas de aire y lo bloquearán en la posición donde se encuentre. En este caso la protección descrita sería perfectamente válida. En cambio en el cilindro descrito en la Figura 20, el movimiento de avance se consigue cuando entra aire en la única cámara de que dispone el cilindro, y el retroceso se produce por la relajación de un muelle. En el momento en que se suelte el doble mando o se irrumpa en la zona protegida por la barrera de células fotoeléctricas, se cortará la entrada de aire al cilindro y el muelle lo empujará hacia su posición de reposo. Si en este retroceso se genera un nuevo punto de atrapamiento peligroso, la zona no estará suficientemente protegida con un doble mando o una barrera de células fotoeléctricas.

— En ocasiones partes peligrosas que aparentemente están protegidas por resguardos fijos, no lo están realmente, ya que dichos resguardos pueden retirarse con la mano, sin necesidad de utilizar herramientas. En el transcurso del proceso de identificación de riesgos deberán **abrirse** todas aquellas puertas que dispongan de bisagras o correderas, y si se observa que en su interior existen elementos peligrosos, éstos no estarán suficientemente protegidos. Lo mismo sería aplicable a carenados o evolventes, que puedan abrirse o retirarse con las manos (descorriendo un cerrojo, sacándolas de unas guías o un alojamiento...).

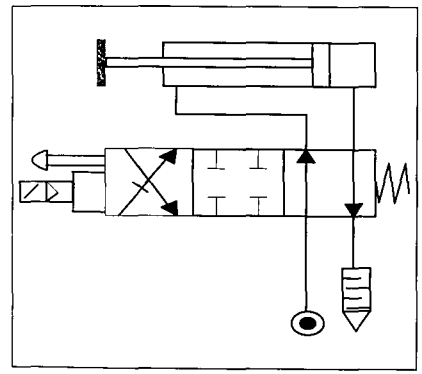


Figura 19

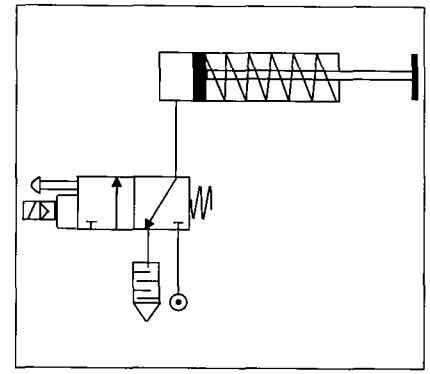


Figura 20

En el caso de estar identificando los riesgos de una máquina existente es muy importante tener en cuenta la **información previa** que se tenga de la máquina, como la **descripción de las tareas** que se realicen habitual o esporádicamente en la máquina (teniendo en cuenta, como ya se ha comentado, todas las fases de la vida de la máquina y todos sus modos de utilización), **los accidentes o incidentes** que se hayan producido relacionados con ella.

Una vez definidos los riesgos, el siguiente paso es **identificar cuál es el sistema de protección** que se utiliza para cada uno de ellos, si se está analizando una **máquina ya existente**. Si se está evaluando una máquina que todavía está en periodo de diseño, esta fase debe obviarse, ya que no habrá protecciones que identificar, sino que deberán diseñarse a la vez que el resto de la máquina.

Todas las consideraciones que se han realizado para la identificación de riesgos deben realizarse a la hora de identificar las medidas de prevención y protección existentes. Así, por ejemplo, **deberá determinarse para cada punto de riesgo cuáles son los sistemas de protección utilizados teniendo en cuenta los límites de la máquina** (uso previsto, límites en el espacio y en el tiempo), para poder determinar si estos sistemas de protección **son válidos en todas las fases de utilización de la máquina**, en cada uno de sus modos de mando... También deberán tenerse en cuenta los posibles fallos, perturbaciones, el mal uso previsible,..., para poder valorar en la fase posterior el comportamiento de los dispositivos de protección en cada una de estas circunstancias.

5.2. Estimación y valoración del riesgo

En una **máquina ya existente**, se analizará la validez de los sistemas de protección con que está dotada, con las consideraciones hechas en el punto anterior. La valoración del riesgo deberá hacerse **teniendo en cuenta la reducción del riesgo conseguida con esos sistemas de protección**.

De una forma sencilla, se puede hacer una estimación rápida y simple del nivel del riesgo, distinguiendo los tres niveles siguientes:

1. Riesgo Normal

Se dice que una máquina o una zona de la misma tiene un nivel de riesgo normal de accidente cuando el método de trabajo no implica el acceso al punto o zona de peligro, siendo necesario **un fallo en el sistema de protección simultáneamente con otro fallo o error del operario** para que se produzca el accidente.

Una situación con un nivel de riesgo normal puede ser, por ejemplo, el de una máquina con un sistema de alimentación y extracción automático, de forma que el trabajador para desempeñar su trabajo no deba acceder a las zonas peligrosas, estando éstas protegidas por un sistema de barreras de células fotoeléctricas. Para que ocurra el accidente:

- Debe producirse un error por parte del operario, de forma que introduzca su mano en la zona peligrosa, cuando el proceso no necesita que realice esta operación, ya que la alimentación y extracción es automática.
- La barrera de células fotoeléctricas debe fallar y no detener los movimientos peligrosos de la máquina.

Quizás pueda pensarse que en este caso la máquina está suficientemente protegida, ya que es muy complicado que ocurran estos dos errores simultáneamente. Pero cuando se piensa así no se es consciente de que si ocurre el fallo del sistema de protección (la barrera deja de funcionar) y no existe un sistema de detección automática o un procedimiento de mantenimiento preventivo, el fallo no se detectará hasta que una persona introduzca su mano en la zona de peligro y los elementos peligrosos no se detengan, siendo muy difícil que en ese caso no se produzca el accidente.

Es por esta razón por la que la filosofía actual de protección de máquinas tiende a hacer los sistemas de seguridad resistentes a fallos, bien reduciendo todo lo posible la posibilidad de que se produzca el fallo, bien haciendo que el posible fallo no genere una situación peligrosa, o bien estableciendo un sistema automático que detecte el fallo lo más pronto posible después de que ocurra.

Un riesgo detectado en una máquina que presente un **nivel de riesgo normal no precisa ser resuelto de forma inmediata**, ni siquiera debe tener un alto nivel de prioridad en su ejecución si en la empresa existen otros riesgos que no dispongan de sistemas de control, pero sí que deberá ser **valorado con algún sistema de evaluación para estimar de forma más correcta su gravedad y la prioridad en su corrección**.

2. Riesgo Alto

Cuando el método de trabajo implica el **acceso permanente a la zona de riesgo y un fallo en el sistema de protección conduce casi con toda certeza a un accidente**, se dice que existe una situación de riesgo alto.

Un ejemplo de una máquina con un nivel de riesgo alto sería el de una prensa mecánica con un sistema de embrague de los denominados «de chaveta», con alimentación y extracción manual de las piezas a trabajar, en el que el riesgo de atrapamiento de las manos del operario en la zona de trabajo se hubiera protegido con un doble mando.

Actualmente este tipo de embragues está en desuso, pero todavía se puede encontrar en multitud de prensas instaladas en las empresas. Con este tipo de embrague, el movimiento de bajada del troquel no se puede detener hasta que no termina el ciclo, con lo que la protección con doble mando no sería efectiva (los movimientos peligrosos no se detienen al soltar el doble mando, por lo que al trabajador le podría dar tiempo a introducir su mano en la zona peligrosa antes de que la máquina se detuviera). Además (y este es el mayor problema de este tipo de embrague) la repetición no intencionada de ciclo no está controlada, es decir, en alguna ocasión cuando el troquel llega al punto muerto superior, el sistema de embrague falla y no llega a desembragar, con lo que la prensa repite un golpe. Es muy posible que este segundo golpe, que no ha sido producido por un accionamiento voluntario del doble mando, atrape las manos del operario cuando ya esté retirando la pieza de la máquina. **Para una situación como esta, es un grave error seleccionar un doble mando como sistema de protección**,

y debería sustituirse por otro más indicado (en el apartado de resguardos y dispositivos se dan indicaciones para su selección).

Un riesgo detectado en una máquina que presente un nivel de **riesgo alto** debe ser valorado con algún sistema metódico de evaluación para ratificar o no el nivel de prioridad observado, y si se confirma, **debería tener un nivel de prioridad alto a fin de ser protegido a corto plazo**.

3. Riesgo Muy Alto

Existe un nivel de riesgo muy alto cuando **siguiendo el método de trabajo establecido, un fallo del operario producirá un accidente con casi absoluta certeza**.

Una situación con un nivel de riesgo muy alto podría ser, por ejemplo, una prensa del mismo tipo que en el caso anterior pero en la que el accionamiento del troquel se consiguiera pisando un pedal y no existiera en la zona de trabajo ningún sistema de protección para impedir que el operario pudiera introducir sus manos en la zona peligrosa. En este caso, un único error del trabajador va a provocar el accidente y no se debe olvidar que, a pesar de que la zona de peligro es muy evidente y el trabajador cuidará de no colocar su mano en esa zona, el trabajo es muy monótono, lo que puede facilitar un error. Además, como el ciclo de trabajo es muy corto (colocar pieza —pisar pedal— retirar pieza), seguramente la situación de riesgo se repetirá muchas veces. Todas estas cosas hacen que la probabilidad de accidente sea muy alta.

Si la zona de peligro fuera suficientemente grande para producir una amputación total o parcial de una mano (o cualquier otro accidente de gravedad), esta situación tendría la consideración de riesgo grave e inminente, por lo que el trabajo en esta máquina y en las condiciones mencionadas **debería paralizarse en tanto no se consiguiera una reducción satisfactoria del riesgo**.

Esta clasificación en tres niveles no es un método de evaluación del riesgo de las máquinas, sino simplemente una manera rápida de tener una idea de cuál es la gravedad del problema que se está tratando. Para hacer una verdadera evaluación de los riesgos detectados en las máquinas deberá seguirse un **procedimiento sistemático**, de la manera recomendada en la norma *EN ISO 14121-1:2008. Seguridad de las máquinas. Evaluación de riesgo. Parte I: Principios,* cuyas bases fundamentales se exponen a continuación.

Tras las fases comentadas de definición de los límites de la máquina e identificación de riegos, la fase previa a la de valoración es la de **estimación del riesgo**. El riesgo asociado a una situación o a un proceso técnico particular se deriva de una **combinación de:**

- **La gravedad del posible daño.**
- **La probabilidad de que se produzca dicho daño.**

La gravedad (importancia del posible daño) se puede estimar teniendo en cuenta:

1. La **naturaleza de lo que se debe proteger**:
   - 1.1. A las personas.
   - 1.2. A los bienes.
   - 1.3. Al medio ambiente.
2. La **gravedad de las lesiones o del daño para la salud**:
   - 2.1. Ligera (normalmente reversible).
   - 2.2. Seria (normalmente irreversible).
   - 2.3. Muerte.
3. La **extensión del daño** (para cada máquina):
   - 3.1. Una persona.
   - 3.2. Varias personas

La probabilidad de que se produzca un daño puede estimarse teniendo en cuenta:

1. **Frecuencia y duración de la exposición** de las personas al riesgo:
   - 1.1. **Necesidad de acceso** a la zona peligrosa (es diferente si es para el funcionamiento normal, o para el mantenimiento o la reparación).
   - 1.2. **Tipo de acceso** (por ejemplo, alimentación manual de material). Deben analizarse todos los modos de funcionamiento de la máquina y todos los métodos de trabajo: necesidad de acceso durante el reglaje, aprendizaje, cambio o corrección del proceso, limpieza, búsqueda de averías y mantenimiento. Deben tenerse en cuenta especialmente las situaciones en las que sea necesario anular las funciones de seguridad.

1.3. **Tiempo de permanencia** en la zona peligrosa. También se deben considerar los efectos de una exposición acumulativa (por ejemplo en el caso de emisión de sustancias por parte de la máquina).
1.4. **Número de personas** que deben acceder (debe tenerse en cuenta a los operadores y a cualesquiera otras personas que, de lo razonablemente previsible, podrían ser dañadas por la máquina).
1.5. **Frecuencia** de acceso.

2. **Probabilidad** de que ocurra un suceso peligroso

2.1. **Fiabilidad** y otros datos **estadísticos**.
2.2. **Historial** de accidentes o daños a la salud.
2.3. **Comparación** de riesgos.

3. Posibilidades técnicas y humanas para **evitar o limitar** un daño. En función de:

3.1. Las **personas** que operan con la máquina:

3.1.1. Con experiencia.
3.1.2. Sin experiencia.
3.1.3. No hay operario.

Nota: la correcta formación, experiencia y aptitud de las personas que manejan la máquina pueden influir en que la probabilidad de que se produzca el accidente sea más baja, pero no pueden servir de excusa para decidir no utilizar un sistema de prevención o protección que sea factible aplicar para reducir los riesgos de una máquina.

3.2. La **velocidad de aparición** del suceso:

3.2.1. Repentino.
3.2.2. Rápido.
3.2.3. Lento.

3.3. El **conocimiento** del riesgo:

3.3.1. Mediante información general.
3.3.2. Por observación directa.
3.3.3. Mediante señales de advertencia y dispositivos indicadores.

3.4. La posibilidad humana de **evitar o limitar** el daño (por ejemplo, reflejos, agilidad, posibilidad de escapar):

3.4.1. Posible.
3.4.2. Posible en condiciones determinadas.
3.4.3. Imposible.

3.5. De la **experiencia y conocimiento prácticos**:

3.5.1. De la máquina.
3.5.2. De una máquina similar.
3.5.3. Ninguna experiencia.

También deberán tener en cuenta a la hora de estimar la probabilidad de que se produzca el daño factores como:

- **Fiabilidad de las funciones de seguridad**. Al estimar la probabilidad se debe tener en cuenta la fiabilidad de los componentes y sistemas de seguridad, identificando las circunstancias que pueden provocar un daño (por ejemplo, fallo de componentes, fallo de alimentación, interferencia eléctrica). Debe prestarse atención especial a aquellos componentes y sistemas que desempeñan funciones críticas de seguridad.
- **Aptitud para mantener las medidas de seguridad**. Si la medida de seguridad no se puede mantener fácilmente en un estado correcto (es decir, si es fácilmente anulable), alguien puede verse animado a neutralizarla o burlarla para poder seguir utilizando la máquina.
- **Posibles ventajas resultantes de neutralizar las funciones de seguridad**. También debe tenerse en cuenta la incitación a neutralizar los dispositivos si, por ejemplo:
  - — La medida de seguridad ralentiza la producción o interfiere con otra actividad o preferencia del usuario.
  - — La medida de seguridad es difícil de utilizar.
  - — Están implicadas otras personas además del operador.
  - — La medida no es reconocida o aceptada por su función.

6. MEDIDAS PREVENTIVAS

El último paso tras la evaluación del riesgo es la **propuesta de medidas preventivas**, que en el caso de máquinas ya instaladas serán

complementarias a las existentes. Al haber diferenciado las zonas peligrosas y las operaciones en las que pueden producirse, las medidas preventivas podrán y **deberán ser específicas y diferentes para cada punto y operación**. Si no existe propuesta de medidas preventivas para cada riesgo en concreto, no tiene sentido todo el proceso mencionado de identificación, localización, estimación y valoración de los riesgos.

En el caso de **máquinas nuevas**, el proceso de evaluación de riesgos y selección de medidas preventivas no debe hacerse una vez terminado el de diseño de la máquina, sino **simultáneamente** a este. Ésta es la única manera correcta de **integrar las medidas preventivas en el diseño** de la máquina.

Las medidas preventivas deberán tener en cuenta los **diferentes modos de utilización** de la máquina (manual, automático,...) y los **diferentes procedimientos de intervención** de los operadores (operaciones de producción normal, reglaje, cambio de utillaje, mantenimiento,...). De esta forma, con medidas de seguridad apropiadas a cada uno de estos modos y procedimientos, se debería evitar que dificultades técnicas induzcan a los operadores a improvisar modos de utilización y técnicas de intervención peligrosas.

6.1. Selección de las medidas preventivas y estimación de prioridades

Una máquina muy segura, desde el punto de vista de riesgos mecánicos por ejemplo, es aquella en la que no se puede acceder de ninguna manera a sus partes móviles. Ahora bien, es muy probable que ésta sea una máquina muy segura, pero en la que no se pueda trabajar, o en la que el trabajo normal esté seriamente dificultado. Si quien diseña las protecciones no **tiene en cuenta todas las operaciones que deben realizarse en la máquina**, puede ser que alguna de ellas tenga graves obstáculos para ser desempeñada, con lo que se corre un riesgo importante de que el **dispositivo de protección sea neutralizado**. Antes que nada, una máquina ha de poder desempeñar su función.

Para que el funcionamiento seguro de la máquina sea duradero, es importante que las medidas de seguridad permitan una fácil utilización de la misma y no dificulten su uso previsto. Faltar a este principio podría conducir a que las medidas de seguridad fueran neutralizadas con el fin de poder utilizar la máquina para las tareas para las que ha sido diseñada.

De esta manera, la **selección y estimación de prioridades** en la aplicación de las medidas preventivas debe tener en cuenta tanto la **seguridad de la máquina** como su **disponibilidad para desempeñar sus funciones**. Podrá estimarse valorando en conjunto los siguientes aspectos:

- **Magnitud del riesgo estimado**. Tendrán mayor prioridad aquellas acciones preventivas que se correspondan con riesgos cuya estimación sea mayor. En aquellos riesgos para los que ya existan medidas que reduzcan el riesgo, esta estimación se hará teniendo en cuenta las medidas existentes.
- **Número de trabajadores afectados**. A mayor número de trabajadores expuestos a un riesgo, mayor prioridad en la aplicación de las medidas preventivas correspondientes.
- **Existencia de normativa laboral o industrial sobre el riesgo en cuestión**. En estos casos el nivel de protección a alcanzar será el marcado por la normativa, y la prioridad se fijará en función del grado de cercanía o alejamiento de la norma.
- **Grado de disminución del riesgo**, según el orden de selección establecido en el artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales:

a) Evitar los riesgos.
b) Evaluar los riesgos que no se puedan evitar.
c) Combatir los riesgos en su origen.
d) Adaptar el trabajo a la persona, en particular en lo que respecta a la concepción de los puestos de trabajo, así como a la elección de los equipos y los métodos de trabajo y de producción, con miras en particular, a atenuar el trabajo monótono y repetitivo y a reducir los efectos del mismo en la salud.
e) Tener en cuenta la evolución de la técnica.
f) Sustituir lo peligroso por lo que entrañe poco o ningún peligro.
g) Planificar la prevención, buscando un conjunto coherente que integre en ella la técnica, la organización del trabajo, las condiciones de trabajo, las relaciones sociales y la influencia de los factores ambientales en el trabajo.
h) Adoptar medidas que antepongan la protección colectiva a la individual.
i) Dar las debidas instrucciones a los trabajadores.

Este orden de prioridades deberá tenerse en cuenta, inicialmente, para la **selección de la medida preventiva**, para controlar un riesgo en particular y también para **fijar la prioridad de cada medida preventiva** (mayor prioridad a las medidas que eviten riesgos, después las que los controlen con protecciones colectivas cercanas al origen,...).

- **Relación del coste de la implantación de la medida preventiva, con la reducción de riesgo esperada**. Una medida que propicie una reducción del riesgo baja y necesite de una elevada inversión no debería tener una elevada prioridad.

A este respecto conviene aclarar el contenido del *artículo 14 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, sobre el derecho a la protección frente a los riesgos laborales: «En cumplimiento del deber de protección, el empresario deberá garantizar la seguridad y la salud de los trabajadores a su servicio en todos los aspectos relacionados con el trabajo. A estos efectos, en el marco de sus responsabilidades, el empresario realizará la prevención de los riesgos laborales mediante la adopción de cuantas medidas sean necesarias para la protección de la seguridad y la salud de los trabajadores...»* Puede pensarse que esto quiere decir que se debe alcanzar el nivel de protección más alto posible sin tener en cuenta ningún otro condicionante, cuando en realidad no es eso lo que se pide. La *Guía técnica para la Evaluación y Prevención de los Riesgos Relativos a la Utilización de los Equipos de Trabajo*, elaborada por el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo para aclarar los contenidos del Real Decreto 1215/1997, establece algún criterio en cuanto al proceso de evaluación de riesgos en las máquinas instaladas, y el alcance de las medidas preventivas:

«De hecho se trata, esencialmente, de evitar los riesgos y, si esto no es posible, de reducirlos convenientemente, aplicando medidas de protección añadidas y efectuando modificaciones limitadas en el sistema de mando. Al aplicar las medidas preventivas será preciso tener en cuenta el estado actual de la técnica...

... El objetivo a alcanzar es la justa seguridad... ... teniendo en cuenta principalmente:

- *las posibilidades técnicas;*
- *las limitaciones para realizar el trabajo generadas por la aplicación de medidas preventivas;*
- *el coste de la puesta en conformidad con relación a la reducción del riesgo esperada.*

En conclusión esto significa, por ejemplo, que, aunque se precise una inversión fuerte, es preciso poner en conformidad una prensa mecánica en cuanto al acceso a la zona de trabajo, si la carga y/o descarga de las piezas se realiza manualmente, mientras que no sería necesario asociar el resguardo móvil que da acceso a las poleas de la transmisión de un taladro de mesa a un dispositivo de enclavamiento, ya que se trata de una máquina sencilla, de dimensiones reducidas, en la que el peligro es fácilmente perceptible por el operador, por lo que, en principio, bastaría con disponer de un órgano de parada próximo y de un resguardo que impida el acceso involuntario a las poleas.

Por la misma razón, no se exige reemplazar sistemáticamente todos los órganos de mando o de señalización de una máquina bajo el pretexto de que no corresponden a los componentes normalizados o de que su disposición no responde a los principios de la ergonomía, sino solamente aquellos que por su diseño o su disposición puedan dar lugar a accidentes o producir enfermedades relacionadas con el trabajo.»

No obstante hay que recordar que existe un **umbral mínimo de protección** del que no se puede bajar nunca, independientemente de la cuantía económica. El ejemplo más claro es el **riesgo grave o inminente**, que será inadmisible siempre que el estado de la técnica permita reducir ese riesgo.

Volviendo al inicio de este punto, una medida que propicie una reducción baja del riesgo y que necesite de una elevada inversión no debería tener una elevada prioridad, pero en cambio, una medida que consiga una **alta reducción** de un riesgo sí justifica una **inversión importante**.

- Otras consideraciones específicas de cada empresa o cada caso en particular, cuando se evalúan máquinas existentes. Una de estas consideraciones puede ser, por ejemplo, el conocimiento de que se va a eliminar un equipo de trabajo y sustituirlo por otro. En este caso, sería pertinente la aplicación de **medidas provisionales sencillas** y poco costosas que reduzcan los riesgos más impor-

tantes mientras se sigue utilizando el equipo, a la vez que el esfuerzo importante se aplica al **seleccionar** la nueva máquina de forma que sea **adecuada** al trabajo a realizar, y sus riesgos estén **controlados**. En esta misma línea, en ocasiones puede ser más procedente **reducir el plazo de amortización** de una máquina antigua, pensando en sustituirla a corto o medio plazo, en lugar de realizar inversiones costosas para proteger riesgos menores.

6.2. Nivel a alcanzar por las medidas de seguridad. Estado actual de la técnica

Ya se han hecho varias alusiones a que la aplicación de las medidas preventivas debe tener en cuenta el estado actual de la técnica, y que éste marca el límite máximo que se debe intentar alcanzar en la protección de una máquina. Una máquina debe ser segura, es decir apta para desempeñar su función sin provocar una lesión o daño para la salud. Sin embargo, **la seguridad absoluta no es un estado plenamente alcanzable, y el objetivo es conseguir el nivel de seguridad más alto posible, teniendo en cuenta el *estado actual de la técnica***. Así está indicado tanto en la *Guía técnica para la Evaluación y Prevención de los Riesgos Relativos a la Utilización de los Equipos de Trabajo*, del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, como en la norma *EN ISO 12100-1:2004. Seguridad de las máquinas. Conceptos Básicos, principios generales para el diseño. Parte 1: Terminología básica, metodología.*

Pero, ¿qué quiere decir exactamente esta expresión? ¿Dónde está exactamente el límite que marca? Realmente, se ha llegado a un nivel de desarrollo tecnológico que propiciaría que casi cualquier riesgo de una máquina pudiera ser protegido, si no existieran limitaciones de tiempo y esfuerzo invertido, así como de dinero, pero esto no es lo que se está pidiendo. La misma norma EN ISO 12100-1:2004 mencionada, aclara que el estado de la técnica *define las limitaciones (incluyendo las de coste) a las que están sometidas la construcción y utilización de la máquina.* Por el *estado de la técnica* debe entenderse que deben **utilizarse dispositivos de seguridad o elementos que estén comercializados**, y con las limitaciones mencionadas.

Ahora bien, *un estado de seguridad aceptable deja de serlo cuando el progreso permite que la siguiente generación de la misma máquina sea más segura o poder diseñar una máquina diferente y más segura para la misma aplicación.*

En el siguiente ejemplo pueden entenderse mucho mejor las afirmaciones anteriores:

El riesgo fundamental de una sierra de cinta (Figura 21) es el de sufrir un corte en los dedos cuando se está pasando la pieza por la sierra. Este riesgo tiene fácil protección si la máquina dispone o puede disponer de alimentación automática (con sistemas de rodillos, por ejemplo). Pero si se hacen series cortas de piezas, no existe esta posibilidad, y la alimentación debe ser manual. En este caso, la protección total de la zona de corte no es posible (actualmente no existe en el mercado un dispositivo que permita distinguir un trozo de madera o metal de un dedo de una persona), y sólo se podría disminuir la posibilidad del accidente colocando algún tipo de empujador, y aun esto no es posible si el tamaño de las piezas a cortar no es uniforme y de forma regular.

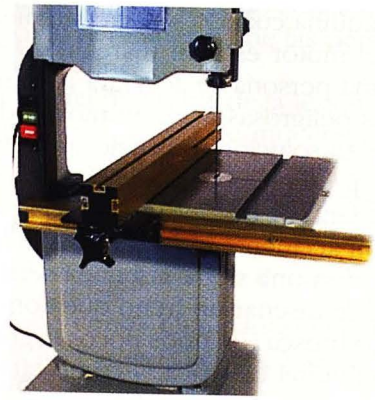


Figura 21

De esta manera, el **estado actual de la técnica** no permite que el riesgo más importante de esta máquina (por su probabilidad de ocurrencia y gravedad) **disponga de una protección eficaz**. Entonces, ¿cuál es para esta máquina el nivel de seguridad más alto posible, teniendo en cuenta ese estado de la técnica? Sería aquel en el que:

- Los dos volantes que transmiten el movimiento a la cinta estuvieran protegidos con resguardos fijos o similares, de forma que se impidiera el acceso a ellos.
- De la misma manera, todo el camino de retorno de la cinta también debería estar protegido.

- Como se aprecia en la figura, las cintas suelen tener descubierta una zona muy amplia (que puede ser de entre 50 y 80 cm) para poder cortar si es necesario piezas muy altas. Normalmente no se utiliza toda esta zona, y tenerla descubierta presenta el riesgo de que si alguien tropezara y cayera sobre la sierra, estaríamos hablando de un accidente mucho más grave que un corte en un dedo. Esta zona debería protegerse con un resguardo regulable.
- En ocasiones estas máquinas no disponen de un freno de la cinta, así que después de detenido el motor, la inercia de los dos grandes volantes que mueven la cinta hace que la parada efectiva se produzca mucho después de haber pulsado el órgano correspondiente (en sierras grandes, hasta cuatro o cinco minutos después). La forma de la cinta hace en muchas ocasiones difícil que se pueda apreciar a simple vista si la sierra se está moviendo o no, y además si se está en un taller ruidoso, tampoco se oirá el ruido de la máquina cuando se está deteniendo (mucho menor que cuando el motor está en marcha). De esta manera, sería factible que una persona se acercara a la máquina sin apreciar que sus partes peligrosas se están moviendo por inercia, y sufriera un corte. La solución sería colocar un freno en la máquina, pero teniendo presente que una frenada brusca podría provocar la rotura de la cinta, y que ésta saliera despedida, con el riesgo de provocar un accidente muy grave. A la hora de fabricar máquinas nuevas (en una sierra instalada sería bastante complicado) sería factible diseñar un freno que consiguiera una frenada rápida pero no brusca (en unos pocos segundos) de la sierra.
- Ésta es una máquina eléctrica, y como tal debería disponer (o haber previsto en su instalación) de protección contra contactos eléctricos directos e indirectos, sobretensiones y sobreintensidades.

La máquina descrita sería **la más segura** que se podría fabricar con el **estado de la técnica actual**. Pero si en algún momento se comercializara un dispositivo que consiguiera detectar la mano (diferenciándola de la madera o el metal) y detener con suficiente rapidez la sierra (sin riesgo de romper la cinta, y sin que supusiera graves trastornos para la operatividad de la máquina), todas las sierras de madera o metal (al menos las de nueva fabricación) deberían disponer de este dispositivo, alcanzando de esta manera el **nuevo nivel marcado por el desarrollo de la técnica**.

6.3. Medidas de prevención intrínseca y medidas de protección

Como ya se ha comentado, siempre que sea posible deberán **seleccionarse medidas de prevención intrínseca antes que medidas de protección**.

Las medidas de **prevención intrínseca** son medidas de seguridad que consisten en **eliminar** el mayor número posible de riesgos o **reducirlos** al máximo, seleccionando convenientemente determinadas características de diseño de la máquina, o bien en **limitar la exposición** de las personas a los riesgos inevitables, reduciendo la necesidad de que el operador intervenga en zonas peligrosas.

Este objetivo se puede conseguir, **eliminando completamente o minimizando** tanto como sea posible:

- La **probabilidad** de que se produzca una lesión o un daño para la salud. Este factor está relacionado con la frecuencia de acceso, o con el tiempo de permanencia de las personas en zonas peligrosas (exposición al riesgo).
- La **gravedad** máxima previsible de la lesión o el daño para la salud. Puede variar en función de muchos factores que sólo se pueden prever parcialmente. Se tendrá en cuenta la lesión o daño para la salud más grave que pueda resultar de cada riesgo identificado, incluso aunque su probabilidad no sea elevada.

Ejemplos de medidas de prevención intrínseca son:

- Evitar el riesgo de cortes eliminando las aristas cortantes, los ángulos agudos, las partes salientes, aberturas que permitan enganchar partes del cuerpo o ropa.
- Hacer las máquinas intrínsecamente seguras gracias a la forma y posición relativa de las partes mecánicas que las constituyen.
  - — Los riesgos de atrapamiento en alguno de los órganos móviles de transmisión de energía pueden evitarse haciendo inaccesibles estas partes por su posición en el interior de la máquina.
  - — Los riesgos de aplastamiento y cizallamiento se evitarían incrementando la separación mínima entre dos partes en movimiento, de forma que la parte del cuerpo considerada pueda entrar en ese espacio sin riesgo, o reduciendo la separación máxima, de forma que ninguna parte del cuerpo pueda entrar en él.

- Prevenir los riesgos de estallido por fatiga en piezas sometidas a esfuerzos variables (por ejemplo, en el caso de piezas que giran a alta velocidad) teniendo en cuenta en el cálculo los datos sobre las propiedades y resistencia de los materiales, y equilibrando adecuadamente estos elementos.
- Evitar en lo posible el ruido, las vibraciones, los efectos térmicos.
- Aplicar el principio de la acción mecánica positiva de un órgano sobre otro.

La aplicación de estos principios de **prevención intrínseca** a los equipos de trabajo sólo suele ser **factible en fase de diseño**, aunque en ocasiones pueden realizarse modificaciones en situaciones ya existentes, pero la dificultad para su ejecución es mucho mayor. En las ocasiones en las que la máquina ya está **instalada**, los riesgos pueden **reducirse** empleando **sistemas de protección**, en cuya selección también deberán aplicarse los mencionados principios de la acción preventiva.

Los sistemas o medidas de protección son elementos de seguridad consistentes en el empleo de medios técnicos específicos, denominados resguardos y dispositivos de protección, con el fin de proteger a las personas contra los riesgos que la aplicación de las técnicas de prevención intrínseca no consigue, de modo razonable, eliminar o reducir a un nivel aceptable.

En los puntos siguientes se enumeran los principios de prevención y protección más elementales para controlar los riesgos de las máquinas. Para seguir una terminología similar a la utilizada por la normativa española, comunitaria y por las normas EN, están agrupados en los siguientes apartados:

- Órganos de mando.
- Puesta en marcha.
- Parada normal.
- Parada de emergencia.
- Prevención de fallos de los sistemas de mando de las máquinas.
- Categorías de los sistemas de mando.
- Riesgos mecánicos por contacto con las partes móviles.
- Riesgos de proyecciones, caídas de objetos, estallido y rotura.
- Riesgos térmicos.
- Riesgos de incendio y explosión.
- Riesgos eléctricos.

- Riesgos derivados del acceso y permanencia en las máquinas.
- Riesgos higiénicos.
- Riesgos ergonómicos.
- Alarma y señalización.
- Consignación.

6.3.1. *Órganos de mando.*

Órganos de mando o de accionamiento son: pulsadores, palancas, interruptores, teclados,..., que deben accionarse para comunicar las órdenes a un equipo de trabajo y modificar sus parámetros de funcionamiento.

Todos aquellos órganos de mando que tengan alguna incidencia en seguridad deben estar **identificados y posicionados** de manera que se **dificulte un accionamiento erróneo** que pueda propiciar, bien un movimiento peligroso, o bien que una parada no se produzca con la suficiente rapidez.

Los **colores** de los mandos deben ser preferentemente **normalizados**. En la Figura 22 se incluyen los recomendados por la Norma EN 60204. *Seguridad de las máquinas. Equipo eléctrico de máquinas.* Se puede apreciar que son admisibles un buen número de colores para las funciones de puesta en marcha y parada, pero lo que queda totalmente claro es que **nunca** se admite un **pulsador verde** para una **función distinta de la puesta en marcha**, ni un **pulsador rojo para una función**

Puesta en marcha / puesta en tensión.....	BLANCO (admisibles GRIS, NEGRO, VERDE)
Parada / puesta sin tensión.....	NEGRO (admisibles GRIS, BLANCO, ROJO)
Parada de emergencia	ROJO
Supresión de condiciones anormales o restablecimiento de un ciclo automático interrumpido	AMARILLO
Rearme	AZUL (admisibles BLANCO, GRIS, NEGRO)

Figura 22

diferente de la parada o parada de emergencia. Otra cuestión importante es que **dos pulsadores con el mismo color no deberían gobernar funciones contrapuestas** de un mismo elemento (parada-marcha, abrir-cerrar, subir-bajar,...), sobre todo si están próximos. También debe exigirse que si en una máquina se ha elegido un **color para una función** (blanco para la puesta en marcha, por ejemplo), **todos los pulsadores que tengan esa función deberían tener ese mismo color**, salvo situaciones excepcionales como sería el caso de que sea importante destacar un pulsador en particular por algún motivo,...

También facilita la identificación del mando la utilización de **pictogramas normalizados** como los que en la Figura 23 se indican a título de ejemplo.

Marcha / paro	0/1
Movimiento a la izquierda	ρ
Movimiento a la derecha	τ
Movimiento arriba	μ
Movimiento abajo	o
Velocidades lenta / rápida	tortuga/liebre

Figura 23

En su defecto, se puede poner una **indicación clara de su función** en castellano.

Todas aquellas indicaciones y pictogramas de que se dispongan deben estar **impresos** de forma que **no se borren** con el paso del tiempo, y permanezcan **legibles** durante el periodo de **vida útil** prevista para la máquina.

Los órganos de accionamiento estarán situados fuera de las zonas peligrosas y reagrupados en la proximidad de los puestos de trabajo. En el caso de que sea imprescindible que permanezcan en el interior de estas zonas para operaciones de reglaje, programación o aprendizaje (por ejemplo mandos de reglaje o aprendizaje de robots, Figura 24), y se deban manejar anulando el sistema de protección, se puede utilizar una botonera móvil que disponga de órganos de validación, puesta en marcha y parada de emergencia, **seleccionando el modo correspondiente de funcionamiento** en el panel principal de mando (ver puesta en marcha).

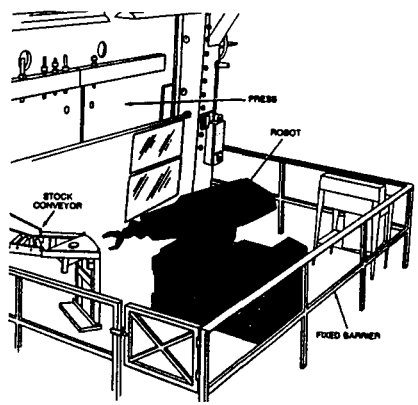


Figura 24

Deberán estar diseñados de forma que se **dificulte** que una **manipulación involuntaria** de una persona ponga en marcha funciones peligrosas, o bien provoque una variación de parámetros (un incremento en la velocidad de rotación de un elemento, por ejemplo) que haga aparecer algún peligro. De esta manera:

- Los **pulsadores de puesta en marcha** estarán **encastrados** (Figura 25).
- Los dos **pulsadores de un doble mando** estarán **separados** (no se pretende con esto más que impedir que involuntariamente se puedan pulsar con una sola mano).
- Los **pedales** estarán cubiertos con un **carenado** que impida que la caída de un objeto los accione (Figura 26).
- Si es necesario se dotará de **protecciones mecánicas y evolventes** (Figura 27), como palancas con posición de seguridad, barras fijas ante una palanca de mando,...
- Si la puesta en marcha se inicia mediante **teclado**, debe requerirse también una **señal de validación** complementaria a la de inicio de puesta en marcha.

En algunas ocasiones el accionamiento inadvertido de un mando en **determinadas partes del ciclo de trabajo** puede provocar un peligro. Es el caso por ejemplo de las mordazas de apriete de una pieza pesada sometida a rotación, que se abran y cierren accionando una pareja de pulsadores o pedales. Si por error se accionara el mando que abre las mordazas cuando la pieza esta girando, ésta saldría proyectada



Figura 25

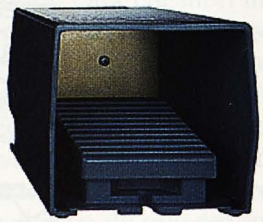


Figura 26

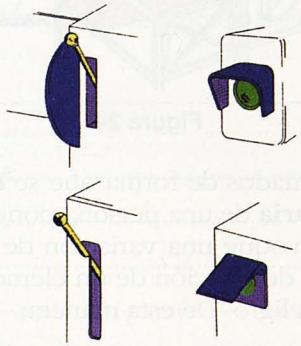


Figura 27

a alta velocidad. En estos casos, esos órganos de accionamiento deberán estar **protegidos contra accionamientos involuntarios** del mejor modo posible. Incluso, si técnicamente es viable, el **sistema de mando** de la máquina debería estar diseñado de manera que se **inhiba el funcionamiento del órgano de mando** que pueda provocar la apertura de las mordazas en cuanto la pieza comience a girar, y en tanto no se detenga aquella.

El puesto de mando debería estar ubicado de manera que se pudiera **observar la ausencia de personas en las zonas peligrosas**. En caso contrario, las protecciones de la máquina estarán diseñadas de manera que **no pueda permanecerse en estas zonas** cuando vaya a arrancar la máquina. Por ejemplo, podrán disponer de puertas con dispositivos de enclavamiento (con o sin bloqueo), si la dimensión de la máquina es tal que se impide que una persona permanezca dentro de la zona peligrosa con las protecciones cerradas. En caso contrario, deberá disponerse de un órgano de validación que autorice o provoque una puesta en marcha tras una intervención y, si es necesario,

en el interior tendrá algún dispositivo de control de presencia (tarimas sensibles, células fotoeléctricas,...), además de dispositivos de parada de emergencia en el interior de estas zonas peligrosas.

Para máquinas de grandes dimensiones (Figura 28), como cadenas de transporte, plantas de tratamiento de áridos, máquinas transfer, etc., en las que el **riesgo sea menor**, se puede utilizar una **señal acústica o visual** de manera que cuando se accione la puesta en marcha, antes de iniciarse ésta, de modo automático suene una señal, y sólo después de haber transcurrido un **tiempo prudencial** para que el trabajador que pudiera estar en situación peligrosa se sustraiga de ella, la máquina arranque. Se precisa también que se coloquen **dispositivos de parada de emergencia** fácilmente accesibles desde todas las zonas de riesgo.

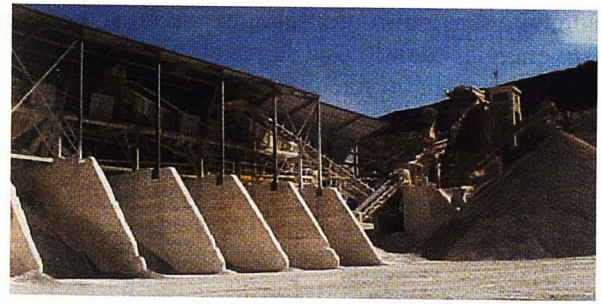


Figura 28

En cualquier caso, todo trabajo de mantenimiento, reparación,..., que se haga en el interior de máquinas de grandes dimensiones en las que pueda existir el riesgo de que otras personas pongan en marcha el equipo (por ejemplo porque se hayan desmontado resguardos o dispositivos de seguridad para hacer el trabajo, y la zona no se vea claramente desde el panel de mando) debe realizarse después de haber **consignado la máquina** (véase el proceso tipo de consignación de un equipo, dentro del apartado de utilización de las máquinas).

6.3.2. *Puesta en marcha*

La puesta en marcha de las partes peligrosas de la máquina solamente se puede efectuar mediante un **accionamiento voluntario sobre un órgano de accionamiento previsto a tal efecto**. Esto se

refiere tanto a la puesta en marcha inicial como a la puesta en marcha después de una parada, sea ésta por el motivo que sea. También se debe exigir accionamiento voluntario de un mando para una modificación importante de las condiciones de funcionamiento (velocidad, presión, temperatura o potencia) que implique una variación de las condiciones de seguridad de la máquina.

De esta manera:

- Habrá que prever que la máquina **no se ponga en marcha por el restablecimiento de energía después de haberse producido un corte de ésta**, como sería en los casos de un corte por apagón, el disparo de un dispositivo de protección térmica o diferencial de la instalación donde está ubicada la máquina, etc. En el caso de interruptores eléctricos, si el interruptor es del tipo 0/1 (Figuras 29 y 30) normalmente si el interruptor ha quedado en la posición «1» tras un corte de energía, cuando ésta se restablezca la máquina arrancará (salvo que exista algún relé que obligue a que tras el corte de suministro eléctrico, el interruptor deba colocarse manualmente en la posición «0», y luego otra vez a «1» para arrancar la máquina).

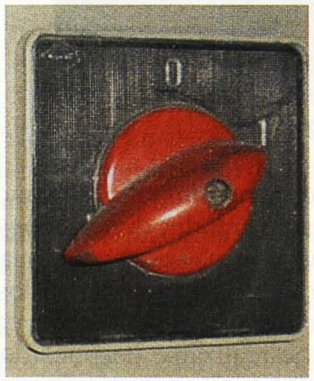


Figura 29

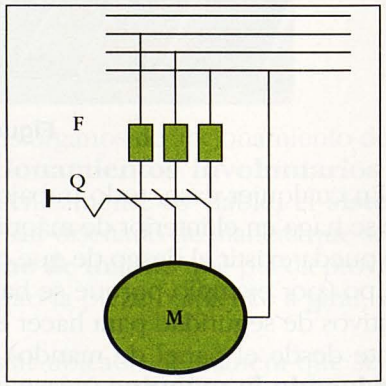


Figura 30

Interruptores como el indicado en la Figura 29 (cuyo esquema se indica en la Figura 30) sólo son admisibles si la puesta en marcha intempestiva de la máquina no supone ningún riesgo. Si esta puesta en marcha intempestiva de la máquina supone la aparición de un peligro, el sistema no sería adecuado, siendo preferible la utilización de pulsadores del tipo marcha - paro

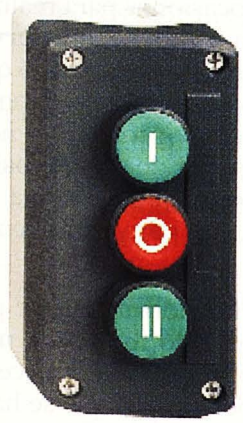


Figura 31

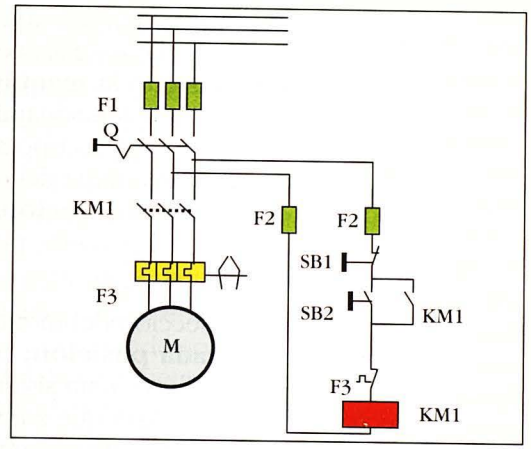


Figura 32

como el que se observa en la Figura 31 (cuyo esquema es el indicado en la Figura 32), en los que el restablecimiento de energía tras un corte mantenga a la máquina en situación de paro hasta que se vuelva a oprimir el pulsador de marcha.

- **Tras el cierre de un resguardo con dispositivo de enclavamiento** deberá necesariamente accionarse un órgano de puesta en marcha para que la máquina arranque. De esta manera, el cierre del resguardo no podrá emplearse como señal de marcha, salvo en casos muy concretos en los que se cumplan determinadas condiciones (ver el punto dedicado a resguardos asociados al mando).
- De la misma manera, **tras el desbloqueo de un pulsador de parada de emergencia** también será necesaria la maniobra voluntaria de un mando para que la máquina arranque (maniobra habitualmente conocida como rearme).
- Habrá que analizar también cualquier otra ocasión en la que la experiencia haga sospechar que **errores en el diseño, montaje o mantenimiento de las partes del equipo propicien arranques intempestivos tras una parada**, como cuando una persona se retira de una zona cubierta por un dispositivo sensible, tal como una barrera inmaterial, por la maniobra de un selector de modo de funcionamiento, por el rearme de un dispositivo de protección térmica,...

Por otra parte, ya se ha comentado que en ocasiones para realizar operaciones de reglaje, mantenimiento, verificación,... debe **intervenirse en zonas peligrosas con la máquina en marcha**, para lo que existe en ocasiones un modo de funcionamiento que anula los sistemas de seguridad que se utilizan para las operaciones de producción normal. Cuando esto ocurra, la máquina debe disponer de un **dispositivo de selección de modo de funcionamiento**, que permita las operaciones necesarias en estas zonas peligrosas, pero cumpliendo unas determinadas condiciones:

- El dispositivo de selección del modo de funcionamiento se podrá **bloquear en cada posición,** por ejemplo **mediante una llave** (Figura 33). La llave es un sistema de restricción de acceso, es decir, está pensada para que sólo el personal al que se haya autorizado previamente pueda cambiar el modo de funcionamiento de la máquina. Para que esto tenga sentido, la llave nunca podrá permanecer puesta en la máquina.

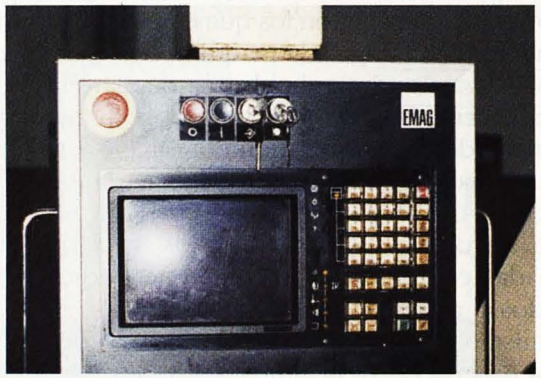


Figura 33

- En cada una de las posiciones seleccionadas estarán **anuladas el resto de las formas de funcionamiento, salvo la parada de emergencia**.
- En la posición del selector en la que estén neutralizados los dispositivos de seguridad, a la vez deberá:
  - — **Excluirse el modo de mando automático**. En ningún caso los movimientos podrán realizar ciclos completos, sino movimientos unitarios.

  - — Los movimientos se autorizarán **solamente mediante mandos del tipo de funcionamiento sostenido** (preferentemente y sólo si fuera posible con dobles mandos o mandos de validación, como por ejemplo en botoneras para mandos de movimientos de aprendizaje en robots, o tambien pedales de seguridad de tres posiciones), y en **condiciones de seguridad reforzada** (baja velocidad, reducido esfuerzo, marcha a impulsos,...).
  - — El diseño deberá **dificultar** el que se produzcan **movimientos peligrosos** porque el operario pueda **actuar** de modo voluntario o involuntario sobre los **detectores internos de la máquina**. Si se penetra en la zona peligrosa cumpliendo todas las condiciones hasta este punto mencionadas, no debe ser posible que desde esta posición se pueda accionar por ejemplo un final de carrera con la mano, y esto produzca un movimiento de los que hasta ahora se habían restringido (como un ciclo en automático...).

- Además la persona que esté accionando los mandos para el reglaje deberá **tener a la vista** todos aquellos mecanismos que puedan **representar un riesgo** o en los que haya que trabajar, evitando el que sea necesario que intervengan dos personas, una accionando los mandos y otra interviniendo en la zona peligrosa. Si tuvieran que intervenir **dos personas** para la ejecución del trabajo, deberían disponerse también **sistemas de protección para la segunda persona** (por ejemplo, que los movimientos no se inicien si ambos no están pulsando un doble mando, o un mando de validación...).

6.3.3. Parada normal

Todas las máquinas deben disponer de un **órgano de accionamiento** (pulsador, interruptor, pedal, palanca,...) que permita su **parada total en condiciones de seguridad**, e **interrumpa posteriormente el suministro de energía a sus mecanismos de potencia**.

Debe garantizar que una vez accionado, la **máquina no pueda volver a ponerse en marcha de manera intempestiva**. Además, la orden de parada debe tener **prioridad sobre las de puesta en mar-**

cha para evitar que, por ejemplo, la máquina no pueda detenerse porque un pulsador de marcha ha quedado bloqueado mecánicamente.

En máquinas que dispongan de varios puestos de trabajo, debería existir un órgano de parada en cada uno de ellos que cumpliera todas las condiciones anteriormente mencionadas. Esta parada puede limitarse a las partes peligrosas controladas desde dicho puesto de trabajo.

La parada en el puesto de trabajo no deberá interrumpir el suministro de energía a los mecanismos de potencia (motores, cilindros hidráulicos,...) cuando sea indispensable conservar la energía para mantener determinados elementos en posición (robótica), o cuando la parada se obtenga por desacoplamiento mecánico de los elementos móviles, como es el caso de cualquier máquina que tenga un dispositivo de embrague-freno, como las prensas mecánicas, en las que la parada detiene los movimientos peligrosos desembragando y frenando el troquel, aunque el motor siga en marcha haciendo girar el volante de inercia.

En la **parada normal no se precisa inmediatez** entre el accionamiento del mando y la **parada efectiva**. En aquellos casos en los que, si se produce una parada en determinados momentos del ciclo de trabajo pueden causarse trastornos productivos o daños a las piezas en proceso, etc, la función de parada normal podrá estar diseñada de manera que se oprima el mando en el momento del ciclo que sea, la parada sólo se produzca cuando la máquina haya llegado a aquel punto en el que no se producirán trastornos. Habitualmente esta parada se conoce como parada de ciclo.

6.3.4. Parada de emergencia

Las máquinas estarán dotadas de **dispositivos de parada de emergencia, que permitan la desaceleración óptima de los elementos móviles**. Estos dispositivos no serán necesarios en aquellas máquinas en las que por razones técnicas no se pueda reducir el tiempo de parada normal, en las máquinas portátiles y las guiadas a mano, o en aquellas en las que el suceso peligroso se puede producir rápidamente y el operario no tiene tiempo para reaccionar actuando sobre la parada de emergencia. En cambio, serán especialmente necesarios cuando las medidas de protección no puedan técnicamente controlar el riesgo cuando se produce algún suceso peligroso.

Debe entenderse que el mando de parada de emergencia **no puede sustituir a ningún dispositivo de protección** ya que cada una de las partes peligrosas de las máquinas debe estar suficientemente protegida

con los dispositivos técnicos que sean procedentes. Pero tampoco puede pensarse que si las partes peligrosas tienen medios de protección adecuados se puede prescindir de la parada de emergencia. Este es un **dispositivo adicional** pensado normalmente para detener la máquina, como se ha dicho, si se presenta un **suceso inesperado** (imposibilidad de parar algún elemento peligroso, rotura de partes en movimiento, subida incontrolada de presión, temperatura, velocidad,...).

En ocasiones, aún en máquinas en las que no sea posible una frenada eficaz de las partes peligrosas, es interesante la existencia de un mando de parada de emergencia en la máquina para conseguir un bloqueo rápido y eficaz de los movimientos peligrosos, con el fin de poder realizar de forma segura operaciones que no precisan de consignación pero que deben hacerse necesariamente con la máquina parada y sin energía (desatasco de la máquina, retirada de una pieza que ha caído,...).

Si el mando de parada de emergencia es un pulsador, tendrá forma de **seta** (para facilitar el accionamiento rápido), de **color rojo** y preferentemente sobre **fondo amarillo** (Figura 34). Deberá quedar **bloqueado una vez pulsado**, exigiendo una **acción voluntaria** sobre el pulsador para ser **desbloqueado**. Su desbloqueo no supondrá en ningún caso la puesta en marcha de la máquina (véase en el capítulo de resguardos y dispositivos las condiciones del mando de parada de emergencia descritas con más profundidad).

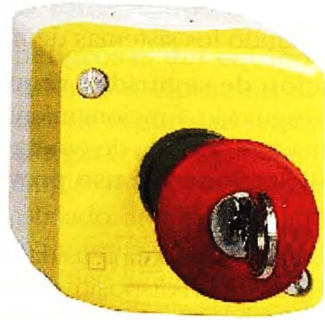


Figura 34

Cuando el operario pueda cambiar de posición a lo largo de la máquina, los mandos de parada de emergencia serán **accesibles desde cualquier punto** donde pueda estar el operador, debiendo existir tantos como sean necesarios.

6.3.5. *Prevención de fallos de los sistemas de mando de las máquinas*

El **funcionamiento correcto de los sistemas de mando** de una máquina garantiza el **mantenimiento de sus funciones de seguridad** (por ejemplo, que los movimientos peligrosos se detengan al invadir la zona controlada por una barrera de fotocélulas, o al abrir la puerta controlada por un dispositivo de enclavamiento, o al accionar un paro de emergencia). La dificultad ya comentada de detectar el fallo de un dispositivo de seguridad antes de que se produzca el accidente, hace que actualmente se diseñen las partes de los sistemas de mando asociadas a las funciones de seguridad de forma que:

- Se **eviten los fallos** utilizando técnicas, principios y componentes que han demostrado su eficacia a lo largo del tiempo.
- Si esto no es posible, de manera que dichos **fallos conduzcan a un estado de seguridad**, o se compensen por **otro elemento que ejerza la misma función** y que en caso de defecto, sustituya al elemento en cuestión de forma automática.
- Finalmente, si nada de lo anterior es posible, estos sistemas de mando se diseñan de manera que la **probabilidad** de aparición de los fallos sea lo **más baja posible**.

Los **sistemas de mando deben ser seguros y elegirse teniendo en cuenta los posibles fallos, perturbaciones y los requerimientos previsibles, en las condiciones de uso previstas**. Esta condición se cumplirá cuando los sistemas de mando:

- **Realicen la función de seguridad requerida**: enclavamiento de una puerta o resguardo, funcionamiento sensitivo y síncrono de un mando bimanual, parada de emergencia,...
- **Soporten las solicitaciones de uso previstas**. Habrá que tener en cuenta:
  - — Las sobretensiones, las sobreintensidades y las perturbaciones electromagnéticas en un dispositivo eléctrico.
  - — La estanqueidad frente al agua o el polvo en una máquina diseñada para ser utilizada en una obra de construcción.
  - — La resistencia mecánica en función del número de solicitaciones (caso de un final de carrera destinado a controlar una puerta corredera por donde se introducen y se sacan las piezas en cada ciclo de una máquina, deberá ser más robusto que el detector que se coloca en el resguardo que protege unas correas, que sólo deberá abrirse para cambiarlas) o del impacto previsible sobre el dispositivo (como es el caso de un mando de parada de emergencia en una situación urgente que será accionado con violencia, o en el detector de la puerta corredera anterior que sufrirá un impacto mayor cuanto más pesada sea la puerta).
- En cada una de sus funciones de seguridad tengan la **resistencia a defectos adecuada**, para impedir sucesos peligrosos como:
  - — La **puesta en marcha intempestiva** o inesperada de la máquina o de alguno de sus elementos peligrosos, o el incremento de velocidad.
  - — La **pérdida de las funciones de seguridad**, que pueden ser:
    - ○ La **imposibilidad de parar la máquina**, o sus elementos peligrosos, en las mejores condiciones.
    - ○ La **falta de funcionamiento o funcionamiento erróneo** o ineficaz de los dispositivos de protección.
    - ○ Las **caídas o proyecciones** de las piezas sujetadas por el equipo o de cualquiera de sus elementos móviles.

Una de las formas de evitar los fallos es, como ya se ha dicho, utilizar en el diseño de las máquinas y sus sistemas de seguridad principios y técnicas de eficacia probada. Alguno de estos principios utilizados para prevenir la aparición de sucesos peligrosos debidos a los fallos en la alimentación de energía son:

- Las **funciones peligrosas del equipo** de trabajo se obtienen por el **establecimiento o elevación de energía** y las **funciones o condiciones de seguridad** se obtienen por **anulación o reducción de energía** (cumpliendo los principios de seguridad positiva). Por ejemplo, si se dispone de un electrofreno para la parada, estará instalado de manera que la máquina quede frenada en situación de reposo (sin energía), o un sistema de embrague-freno neumático de una prensa, estará dispuesto de manera que el sistema de muelles del sistema actúen frenando la prensa en ausencia de aire en el cilindro neumático (en este caso, y dado que es indispensable que se garantice el frenado de la prensa, debe utilizarse para el freno un montaje de muelles múltiple, dimensionado de forma que aunque fallen la mitad de ellos, se siga frenando la prensa en condiciones de seguridad). Siempre que cualquier elemento deba adoptar una posi-

ción determinada por razones de seguridad, esta posición se conseguirá mediante muelles, acción de la fuerza de la gravedad o por bloqueo mecánico.

- En la Figura 35, el ferodo de freno «2» sirve para frenar el volante «1». En la posición a) el volante está en marcha y en la b) está frenado. El freno se acciona a través de un cilindro neumático, de manera que en a) el aire entra en la cámara del cilindro, comprimiendo el muelle y liberando el volante, que gira libremente. Si el aire deja de entrar en el cilindro (porque se acciona el mecanismo de parada, por corte de fluido, o por el motivo que sea), la fuerza del muelle arrastra el ferodo de freno hacia el volante y lo frena.

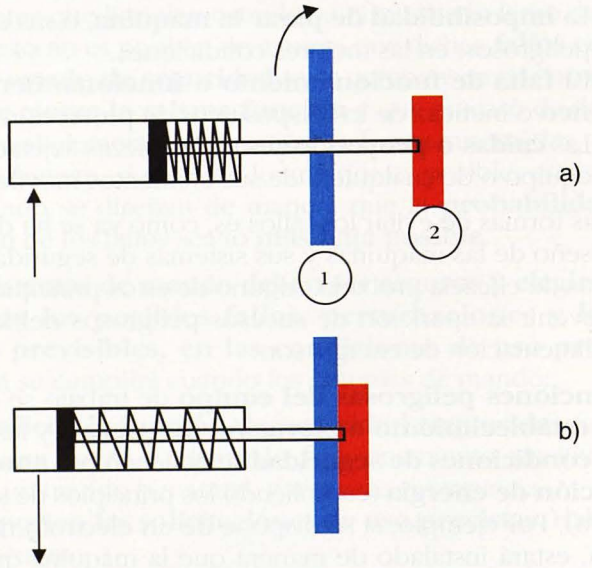


Figura 35

- El **incremento de parámetros peligrosos** tales como la velocidad, o la presión, se realiza **aportando energía** y la reducción de los mismos a niveles más seguros, se obtiene quitando o disminuyendo energía. De esta manera, una pérdida de presión en un circuito neumático o una caída de tensión en uno eléctrico, nunca conducirían a un incremento de velocidad de un elemento de la máquina.

- Los **circuitos eléctricos** estarán protegidos contra **cortocircuitos y sobrecargas** que puedan dar lugar a calentamientos que provoquen mal funcionamiento de los dispositivos, soldadura de contactos que impida abrir un circuito y realizar una parada, pérdidas de aislamiento que produzcan movimientos intempestivos por fallos a masa,...
- De la misma manera, los **equipos electrónicos** protegerán las **sobretensiones** mediante filtros o dispositivos apropiados.
- Los circuitos **neumáticos e hidráulicos** estarán protegidos contra **sobrepresiones** que pueden causar la rotura de tuberías o de los conductos flexibles.
- Para evitar un arranque intempestivo al restablecerse la alimentación de energía de un circuito eléctrico, se diseñará éste de forma que **después de la pérdida de corriente**, el circuito **retorne automáticamente a la posición de puesta fuera de tensión** (de la forma indicada en la Figura 28). Otra posibilidad es que esté diseñado de forma que sea necesario que para volver a poner en marcha la máquina haya que poner manualmente el órgano de mando en la posición «0» antes de volverla a arrancar.
- De igual manera, los **circuitos neumáticos o hidráulicos** estarán diseñados de forma que la **puesta en presión se realice con válvulas monoestables**, de retorno a la posición de cierre por muelle, o bien, con válvulas que adopten su posición de seguridad de forma mecánica, (debido al arrastre mecánico del fluido sobre el sistema de cierre, por ejemplo, como es el caso de las válvulas antirretorno pilotadas de accionamiento directo).
- Siempre que un **fallo en la alimentación de energía** pueda provocar la **caída** de partes del equipo o **proyección** de piezas por pérdida de sujeción (como por ejemplo caída de piezas suspendidas y sujetas con amarres neumáticos, o con ventosas, o del troquel de una prensa hidráulica, o proyección de una pieza que está girando sujeta por unas mordazas) deberá evitarse la situación peligrosa disponiendo que el movimiento de apriete se consiga por muelles (de forma que en caso de pérdida de energía la pieza quede sujeta), o colocando válvulas antirretorno en los circuitos, o en acumuladores de presión,...

Debe asegurarse que la **puesta a masa accidental** de uno o varios puntos del circuito de mando no de lugar a **puestas en marcha intempestivas, imposibilidad de detener la máquina, o cualquier**

otro suceso peligroso. Si se observa la Figura 36, un primer fallo de aislamiento aguas arriba del interruptor no sería detectado, y en cuanto se produjera un segundo fallo, la máquina arrancaría. Debe diseñarse el circuito de forma que el **fallo de aislamiento** provoque la **parada del equipo**, o bien para que el primer fallo de aislamiento **sea detectado** y pueda ser eliminado.

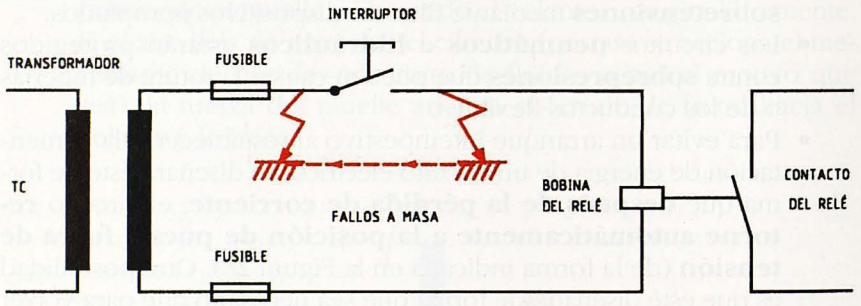


Figura 36

Tal como indica la *Guía técnica para la Evaluación y Prevención de los Riesgos Relativos a la Utilización de los Equipos de Trabajo* «En general la protección se consigue alimentando la maniobra a través de un transformador de separación de circuitos, conectando uno de los conductores del secundario al circuito de protección equipotencial y uniendo un borne (que tenga preferentemente siempre el mismo marcado) de la bobina de cada dispositivo de mando electromagnético (relés, contactores, electroválvulas,...), o un terminal de cualquier otro dispositivo directamente a ese conductor. Toda función de conexión o de corte (por ejemplo, contactos), de los dispositivos de mando que actúan sobre la bobina o el dispositivo debe estar situada entre el otro borne de la bobina o del dispositivo y el otro conductor del circuito de mando (es decir, el que no está conectado al circuito de protección equipotencial)» (Figura 37).

Si es preciso mantener la alimentación de energía, por razones de explotación, o cuando la parada inmediata del equipo de trabajo o la desconexión de su fuente de alimentación eléctrica puede dar lugar a peligros para los operadores de los equipos de trabajo, se pueden adoptar otras medidas como, por ejemplo, la alimentación a través de un transformador de separación de circuitos acompañado de un sistema de control de aislamiento que señalice el primer fallo, asociado a dispositivos de corte bipolar de las bobinas de mando de los elementos peligrosos. Un segundo fallo que pueda dar lugar a condiciones peligrosas, debe originar una orden de parada del equipo de trabajo o su desconexión.

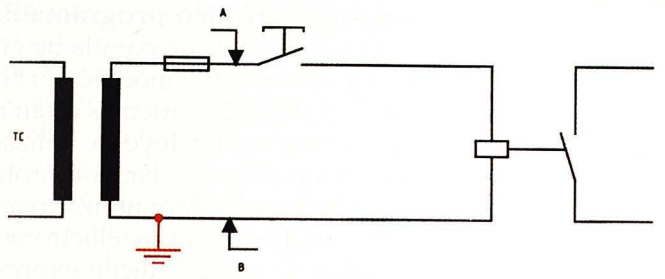


Figura 37

De igual modo que en el caso anterior, un **puente entre conductores** podría dar también lugar a sucesos peligrosos. Si se observa el pedal de la Figura 38, la caída de un objeto metálico en el tramo de manguera de entrada al pedal que está descubierto, podría romper el aislamiento de los cables y poner en contacto ambos conductores, provocando también el cierre del circuito y la puesta en marcha de la parte de la máquina gobernada por ese pedal. Habrá que vigilar los **órganos de mando que no estén en el panel principal de la máquina**, especialmente los pedales, los pupitres de mando desplazables, y en general cualquier cableado perteneciente al circuito de mando que esté fuera del armario eléctrico, colocando **protecciones mecánicas** que dificulten este puente en todo su trayecto.



Figura 38

No se debe utilizar un **equipo electrónico programable** (autómata programable o PLC) para las funciones de parada de emergencia, ya que en uno de estos equipos es posible modificar o anular las funciones de seguridad con cierta facilidad, y además están muy expuestos a fallos no controlados. Esto no excluye la utilización de equipos electrónicos programables para controlar, comprobar o reforzar dichas funciones. En cambio, sí se podrán utilizar para la función de parada de emergencia aquellos equipos electrónicos programables que se hayan diseñado y se comercialicen expresamente para garantizar las funciones de seguridad (actualmente, algunas casas comerciales están comercializando autómatas programables que garantizan la más alta resistencia a fallos en las funciones de seguridad que gobiernan).

Cuando se utilizan **detectores de posición** para controlar una función de seguridad deben montarse de forma que se cumpla el principio de **acción mecánica positiva** en su accionamiento. En el ejemplo de la Figura 39 se ha utilizado para el control de una puerta un detector de posición en **modo no positivo**. Si observamos su representación esquemática en la Figura 40, se comprueba que si se produjera una **rotura del muelle interno del detector**, o por un cortocircuito se **soldaran los contactos**, la apertura de la puerta no acarrearía la señal de parada en el circuito de mando, por lo que podría **mantenerse la puerta abierta** sin que se hubieran detenido los movimientos peligrosos.

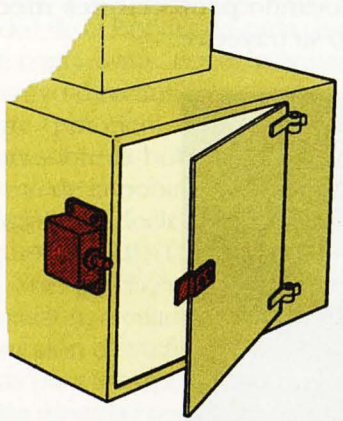


Figura 39

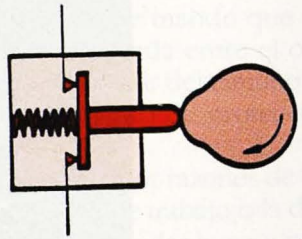


Figura 40

Además, teniendo en cuenta el **mal uso previsible**, la anulación del dispositivo de seguridad es tan simple como empujar el detector con un dedo, o dejarlo fijado con cinta adhesiva, para que la puerta pueda estar permanentemente abierta con la máquina en marcha.

En cambio, en la Figura 41 se ha realizado un montaje en **modo positivo**, utilizando para ello un detector que dispone de modo positivo de apertura de contactos o contactos normalmente cerrados (representado esquemáticamente en la Figura 42). Cuando la puerta del resguardo está abierta, la leva pintada de rojo que es solidaria a la bisagra, empuja los contactos del final de carrera, abriendo el circuito e impidiendo la puesta en marcha de la máquina. Cuando la puerta se cierre, la muesca de la leva se alineará con el final de carrera y permitirá que el muelle interno de éste cierre el circuito, permitiendo a la máquina ponerse en marcha.

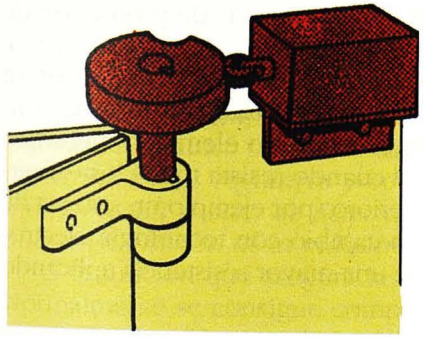


Figura 41

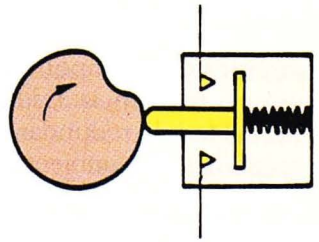


Figura 42

Si se produce una **rotura del muelle** el circuito quedaría permanentemente abierto (justo lo contrario que en el caso de la figura 39) y la máquina **no podría funcionar**, por lo que debería detectarse y repararse la avería antes de seguir trabajando. En caso de que los **contactos** quedaran **soldados**, como al abrir la puerta la forma de la leva hace que inevitablemente **empuje el vástago del detector**, o bien se separarían los contactos y la máquina quedaría en condiciones de seguir trabajando con normalidad, o bien se rompería algún elemento y habría una avería. Además, en este caso la neutralización del dispositivo es **imposible sin necesidad de herramientas** ya que habría que desmontar la leva, la puerta o el propio detector.

Un solo detector montado en modo negativo no debe utilizarse nunca, ni siquiera para proteger de un riesgo menor.

Los detectores que disponen de contactos en modo positivo contactos y que se comercialicen actualmente en la Unión Europea, deben disponer en su carcasa exterior de la identificación que se observa en la Figura 43.



Figura 43

Categorías de los sistemas de mando

La norma EN 954 establece una clasificación de niveles en forma de categorías de la resistencia a fallos de los sistemas de mando, que es la que se está utilizando para definir las necesidades de fiabilidad de estos dispositivos en el diseño o rediseño de los sistemas de protección de las máquinas.

Las categorías sólo son comparables cuando los sistemas están construidos con componentes de la misma tecnología. Se puede conseguir una resistencia a defectos alta con un solo elemento mecánico sin necesidad de redundar, siempre y cuando resista todos los esfuerzos y condiciones ambientales sin deterioro (por ejemplo un sistema de enclavamiento de llaves cautivas); en cambio con tecnología electromecánica (mediante relés), se obtiene una mayor resistencia aplicando un sistema redundante.

- Requisitos generales para todas las categorías

Los sistemas y componentes deben ser **adecuados al uso previsto**, y capaces de resistir las **solicitaciones externas o internas** (tensión de servicio, intensidad, vibraciones, ambientes inflamables o explosivos, grado de protección IP adecuado, ...).

Durante su montaje e instalación deben utilizarse los **principios y componentes de eficacia probada para aplicaciones de seguridad** ya comentados: protección de los circuitos contra las consecuencias de los fallos a masa, contra sobreintensidades y sobrecargas, utilización del principio de acción mecánica positiva en el montaje de detectores de posición, selectores,...

- Categoría 1, con mantenimiento preventivo.

El fallo o la avería de un componente puede dar lugar a la pérdida de la función de seguridad.

La categoría 1 no tiene otros requerimientos técnicos que los generales aplicables a todas las categorías.

Dado que un fallo no se detectará por el sistema, siempre que se utilice categoría 1 se requiere un **mantenimiento preventivo**, periódico y efectuado por personal competente, y registrado en un libro de mantenimiento.

Un ejemplo de un sistema de protección con categoría 1 es el mostrado en las Figuras 41 y 42, en las que se utiliza un interruptor con apertura positiva de contactos para controlar la posición de un resguardo móvil, que actúa sobre este detector de posición según el principio de acción mecánica positiva.

- Categoría 2.

Además de cumplir los requisitos de la categoría 1, se utiliza un sistema automático para detectar el buen funcionamiento de las partes, a intervalos regulares y como mínimo al poner en marcha la máquina. En el caso de detectarse un fallo, se señaliza o impide la puesta en marcha de la máquina.

A la función que asegura la categoría 2 se le llama **autocontrol**. Normalmente se consigue comprobando automáticamente el funcionamiento de cada uno de los elementos que cambian de estado en cada ciclo, para que en función de que se haya detectado un fallo o no, el ciclo siguiente se pueda prohibir o autorizar.

Un ejemplo de sistema en el que se alcanza la categoría 2 en el control de la apertura-cierre de un resguardo es el de la Figura 44.

En este esquema, para poner en tensión la maniobra de la máquina se deben cumplir las siguientes condiciones:

- Debe estar **cerrado** el interruptor magnetotérmico **Q1** de protección del motor; así, uno de sus contactos auxiliares permite la alimentación de la maniobra.

- Debe estar **desbloqueado** el pulsador de parada de emergencia **SB1**.

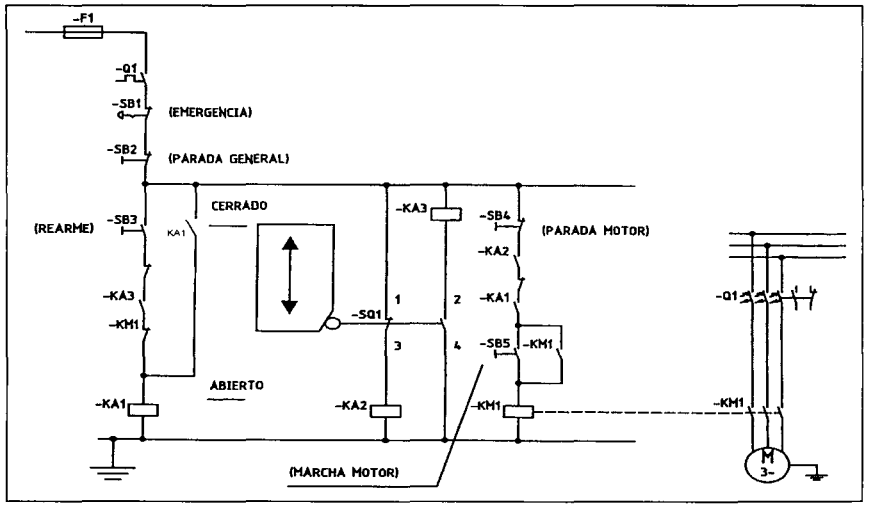


Figura 44

- El resguardo debe estar **abierto** (en la posición contraria a la indicada en el esquema) para que, mediante el **contacto normalmente abierto** del detector de posición **SQ1**, se **alimente** la bobina del relé auxiliar **KA3** y mediante el **contacto normalmente cerrado** del **detector de posición** se **desconecte** la bobina del relé auxiliar **KA2**.

En estas condiciones **se puede dar tensión** al resto de la maniobra mediante el pulsador **SB3**, **alimentando** así la bobina del contactor **KA1**.

El **arranque** del motor M sólo será posible si se **cierra el resguardo** y se **acciona** el pulsador de puesta en marcha del motor **SB5**. Al cerrar el resguardo se **alimenta** la bobina del relé auxiliar **KA2** y se **desconecta** la bobina del relé auxiliar **KA3**, lo que **permite la puesta en marcha del motor**. Mientras no se realice una parada general de la máquina al cambiar de turno de trabajo, mediante el pulsador SB2, el **resguardo se puede abrir y cerrar** varias veces sin **necesidad de rearmar toda la maniobra**.

Al arrancar de nuevo la máquina hay que repetir el proceso descrito, lo que obliga a efectuar la apertura y el cierre del resguardo, verificando así el dispositivo de enclavamiento. Con este esquema **sólo se realiza autocontrol en cada arranque inicial, y no en cada ciclo de trabajo**.

- Categoría 3, con mantenimiento preventivo.

Un sólo fallo o avería de un componente no da lugar a la pérdida de la función de seguridad.

Esto implica generalmente el empleo de sistemas **redundantes**. Consiste en paliar el fallo de un elemento mediante el funcionamiento correcto de otro, partiendo de la hipótesis de que no fallarán simultáneamente.

Debe **evitarse que un solo fallo anule la redundancia**, es decir, los dos canales simultáneamente.

Dado que el primer fallo en uno de los canales no se detecta, para evitar que con el tiempo se produzca un segundo fallo que de lugar a la pérdida de la función de seguridad, siempre que se utilice categoría 3 se requiere un **mantenimiento preventivo**, periódico y efectuado por personal competente, y registrado en un libro de mantenimiento, encaminado a detectar y eliminar el primer fallo.

Un ejemplo de sistema en el que se alcanza la categoría 3 en el control de la apertura-cierre de un resguardo es el de la Figura 45.

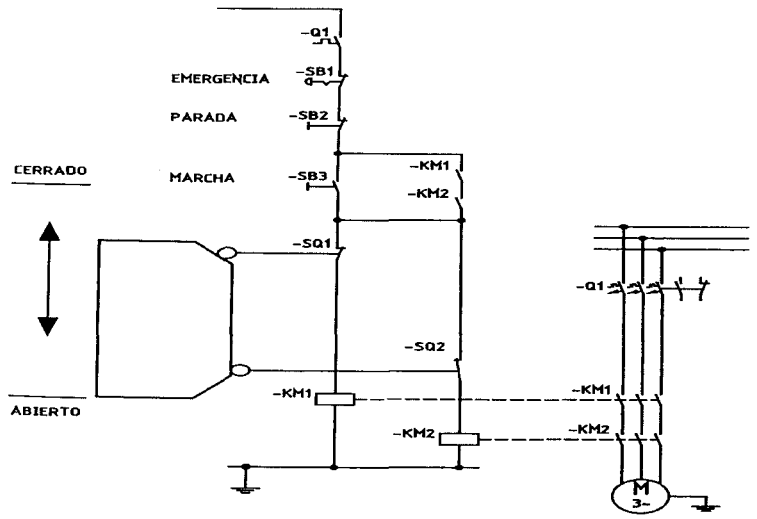


Figura 45

En este esquema se controla la apertura/cierre del resguardo con **dos interruptores de posición SQ1 y SQ2**, uno de maniobra positiva de apertura y el otro de maniobra no positiva, que cortan o permiten la alimentación de las **bobinas de los dos contactores KM1 y KM2**, que a su vez cortan la alimentación del motor M. Como se puede observar, para conseguir la **redundancia** se han colocado los dos interruptores de posición **SQ1 y SQ2 montados en paralelo**, que actúan separada e independientemente sobre dos contactores **KM1 y KM2 montados en serie**.

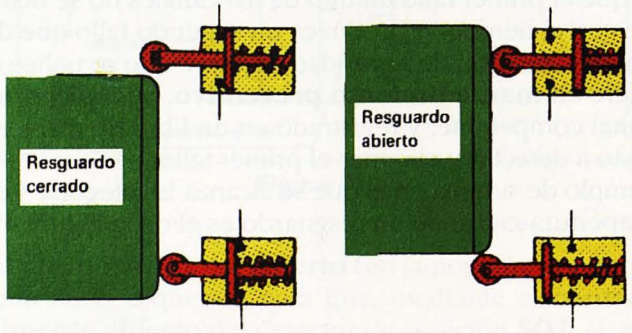


Figura 46

Además, para evitar que un único fallo anule la redundancia, **uno de los detectores** de posición se ha montado en **modo de accionamiento positivo** y **otro en modo no positivo** (en la figura 46, el detector de la parte superior dispone de modo positivo de apertura de contactos y el inferior de modo no positivo). Si los dos detectores se montaran en modo de accionamiento positivo, la desalineación de la puerta corredera del resguardo anularía ambos canales, sin ser detectado el fallo (debe evitarse que un único fallo en modo común anule la redundancia).

- Categoría 4.

El fallo o la avería de un componente no genera la pérdida de la función de seguridad.

Esto implica generalmente el empleo de **sistemas redundantes autocontrolados**.

El sistema de mando está diseñado de manera que detecte todos los fallos antes de que la función de seguridad sea solicitada de nuevo, dando lugar a una parada inmediata o a la imposibilidad de continuar con el nuevo ciclo. **Un primer fallo en el circuito de seguridad se detectaría necesariamente antes de que se produzca un segundo fallo** e impediría el ciclo siguiente prohibido.

En la mayoría de los casos, es más económico y seguro aplicar la categoría 4 que la categoría 3, ya que con categoría 4 se puede prescindir del mantenimiento preventivo.

Un ejemplo de sistema en el que se alcanza la categoría 4 en el control de la apertura-cierre de un resguardo es el de la Figura 47.

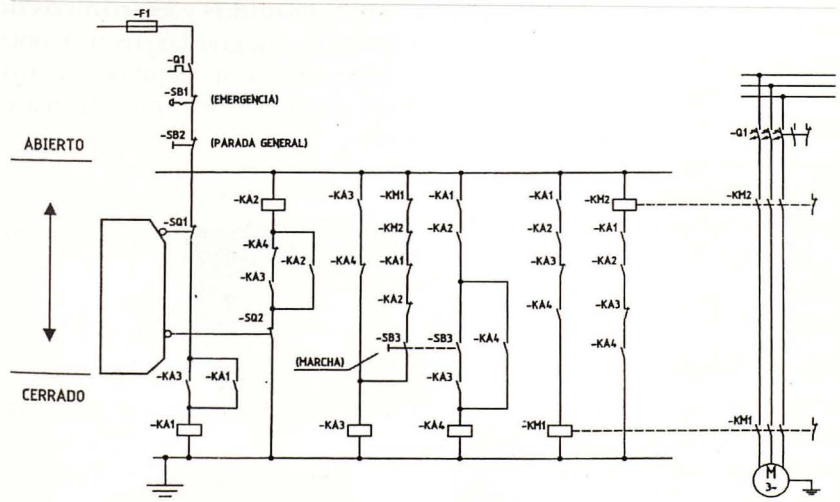


Figura 47

En este esquema, un resguardo móvil con enclavamiento permite la puesta en marcha de un motor cuando el **resguardo está cerrado**. El resguardo actúa sobre dos detectores de posición **SQ1 y SQ2**, uno accionado según el modo **positivo y el otro según el modo no positivo**.

Las condiciones iniciales son las siguientes:

- Los **contactores KM1 y KM2 están caídos** (sus **contactos** auxiliares **normalmente cerrados** señalizan esta condición).
- Los **relés auxiliares KA1 y KA2**, para control de los interruptores que detectan la posición del resguardo, **están caídos**.

Con el resguardo cerrado, al dar la orden de puesta en marcha mediante el pulsador **SB3**, entra el **relé KA3** que **hace entrar a KA1 y KA2**. Al entrar todos ellos, **entra KA4** que hace que **caiga KA3** y con ello se cumplen las condiciones para la alimentación de **KM1 y KM2** y el motor arranca.

Si se **abre el resguardo**, caen **KA1 y KA2** y, por tanto, los **contactores KM1 y KM2** y el motor se detiene. Para una nueva puesta en marcha hay que volver a las condiciones iniciales. Con este esquema el autocontrol se realiza cada ciclo de trabajo.

Actualmente es difícil encontrar máquinas modernas en las que las categorías 2, 3 y 4 se consigan con lógica cableada, como en los ejemplos mostrados en las Figuras 39, 40 y 42. Es mucho más común que estas categorías se obtengan utilizando **módulos electrónicos de seguridad** (Figura 48). En este caso, habrá que seguir las instrucciones de sus respectivos fabricantes para poder realizar un montaje sin errores, que permita alcanzar las máximas posibilidades que ofrezca el módulo de seguridad.

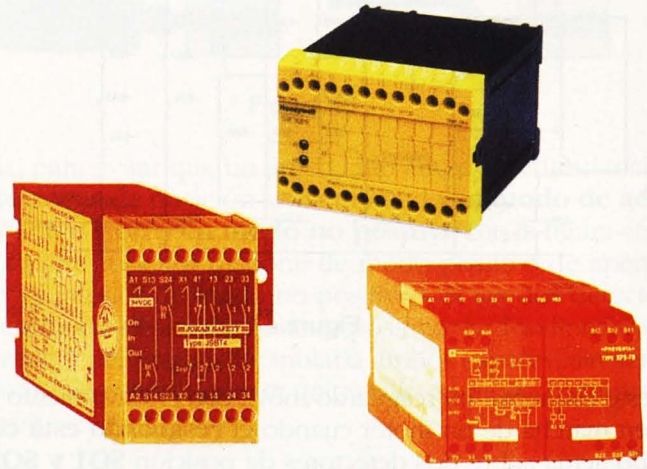


Figura 48

Una vez definidas las diferentes categorías, la norma EN 954 da una **guía de selección** de éstas, en función de los parámetros gravedad de la lesión, frecuencia y duración de la exposición al peligro, y posibilidad de evitar el peligro. Para ello, utiliza la tabla de la Figura 49.

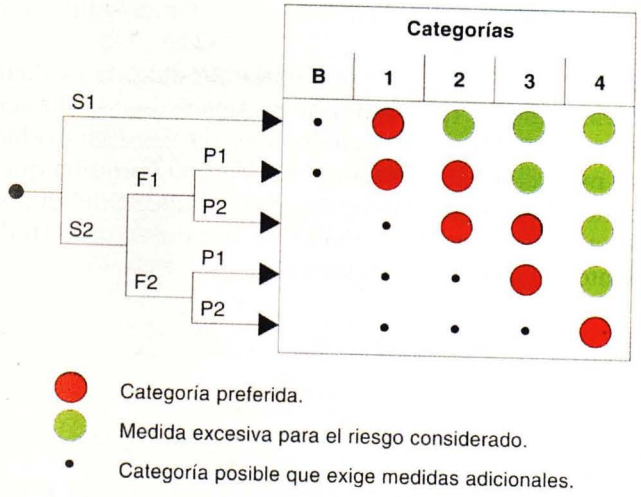


Figura 49

Gravedad de una lesión S1 y S2

- S1 Lesión leve (normalmente reversible).
- S2 Lesión grave (normalmente irreversible) incluyendo la muerte.

Para tomar una decisión se deberían tener en cuenta las **consecuencias habituales** de los accidentes y los procesos de curación normales, para determinar S1 y S2; por ejemplo, los golpes o desgarros sin complicaciones, se clasificarían como S1 mientras que una amputación o una muerte se clasificarían como S2.

Frecuencia y/o duración de la exposición al peligro F1 y F2

- F1 Raro a bastante frecuente o tiempo de exposición corto (por ejemplo operaciones de mantenimiento).
- F2 Frecuente a continuo o tiempo de exposición largo (por ejemplo, intervenciones en cada ciclo de trabajo).

Se debería seleccionar F2 si una persona está **frecuentemente o continuamente** expuesta al peligro. Es irrelevante el hecho de que sean las mismas o diferentes personas las que están expuestas al peli-

gro en exposiciones sucesivas (por ejemplo, en la utilización de ascensores o montacargas).

La duración de la exposición al peligro se debería evaluar basándose en un valor medio que se puede comparar con la duración total de utilización del equipo. Por ejemplo, si es necesario introducir regularmente las manos en la zona de trabajo de una máquina que funciona ciclo a ciclo, para cargar y descargar las piezas, se debería seleccionar F2. Si el acceso es necesario sólo de vez en cuando (trabajos de mantenimiento), se puede seleccionar F1.

Posibilidad de evitar el peligro P

- P1 Posible en determinadas condiciones.
- P2 Raramente posible.

Cuando existe un peligro, es importante saber si se puede **reconocer y evitar** antes de que provoque un accidente. Por ejemplo, es importante saber si se puede identificar directamente por sus características físicas, o si solamente se puede reconocer por medios técnicos (por ejemplo, indicadores). Otros aspectos importantes que influyen en la selección del parámetro P son, por ejemplo, los siguientes:

- Funcionamiento con o sin **supervisión**.
- Manejo de la máquina por personal **cualificado** o por no profesionales.
- **Velocidad de aparición** del suceso peligroso, por ejemplo, rápida o lenta.
- Posibilidad de **evitar el peligro**, por ejemplo, escapando o por intervención de una tercera parte.
- **Experiencias prácticas** de seguridad relativas al proceso.

Cuando se produce una situación peligrosa, se debería seleccionar P1 sólo si existe una posibilidad real de evitar un accidente o de reducir significativamente sus efectos. Se debería seleccionar P2 si no existe prácticamente ninguna posibilidad de evitar el accidente o sus consecuencias.

La selección del parámetro posibilidad de evitar el peligro es probablemente el que plantea mas problemas en situaciones reales. A continuación se detallan dos ejemplos de aplicación, en máquinas diferentes con movimientos peligrosos protegidos ambos con barreras de células fotoeléctricas (Figuras 50 y 51).

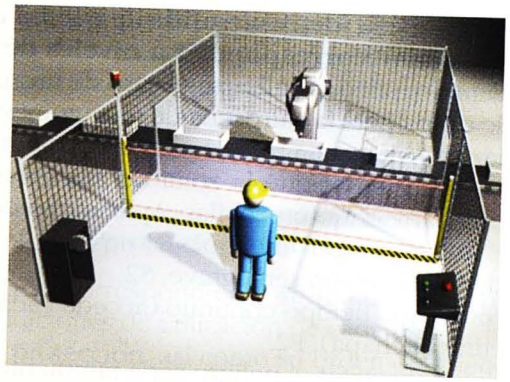


Figura 50

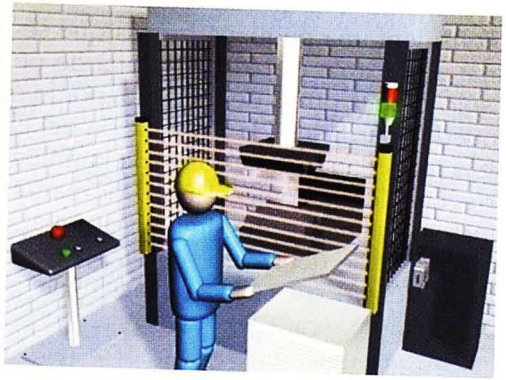


Figura 51

En el caso de la Figura 50, se trata de proteger el acceso a una zona robotizada. Si el trabajador avanza y penetra en la zona protegida por la barrera, si ésta hubiera fallado y no actuara deteniendo el robot, el trabajador tendría tiempo hasta que llegara hasta la zona para darse cuenta de que las partes peligrosas siguen en movimiento y detenerse, evitando el accidente. En este caso, en la selección del parámetro *posibilidad de evitar el peligro,* habría que elegir *P1 posible en determinadas condiciones.*

En cambio, en la Figura 51 se muestra la protección de un troquel de una prensa alimentado manualmente. En este caso, si la barrera fallara y el trabajador introdujera su mano en la zona peligrosa mientras está bajando el plato móvil, no tendría tiempo de darse cuenta de que la máquina no se detiene, por lo que la selección del parámetro *posibilidad de evitar el peligro* sería *P2 raramente posible.*

Debe destacarse que la **idea extendida** de que las **categorías** de la norma EN 954 siempre **corresponden a niveles de riesgo no es correcta**. Por ejemplo, puede analizarse el caso de una gran prensa de conformación de chapa para la carrocería de un automóvil, en el que el accidente podría ser incluso una muerte si el trabajador tropezara y cayera sobre la matriz, y en el que la zona de alimentación estuviera protegida con una barrera de fotocélulas. Aplicado lo descrito:

- La gravedad de la lesión sería grave, S2.
- La frecuencia sería tiempo continuo (accede cada ciclo para colocar y retirar la chapa), F2.
- La posibilidad de evitar el peligro sería raramente posible, P2.

La categoría resultante sería 4.

Si ahora se considera una pequeña prensa que se utiliza para engastar un terminal a un cable eléctrico, la zona de peligro es mucho más pequeña y sólo cabe la punta de un dedo, por lo que el accidente más grave que puede ocurrir sería la amputación del extremo de la falange. Dado que la gravedad de la lesión sería también S2 (una amputación, lesión irreversible), y como el resto de parámetros tampoco varían, la categoría resultante sería también 4, igual que en el caso anterior, aunque la gravedad del riesgo sea mucho menor. Si al ver este resultado se estuviera tentado de calificar el accidente posible como de leve, la categoría resultante sería 1, lo que no parece lógico para un accidente cuyo resultado es una amputación.

6.3.6. *Riesgos mecánicos por contacto con las partes móviles*

Cuando las zonas peligrosas no puedan hacerse inaccesibles por diseño, deberán **utilizarse resguardos y dispositivos** para protegerlas. Para su selección habrá de tenerse en cuenta que:

- Los resguardos (fijos, móviles, regulables y autorregulables) impiden o dificultan el acceso de las personas a las partes peligrosas gracias a la posición de una barrera material.
- Los dispositivos (de enclavamiento, sensibles, de mando a dos manos,...) permiten el acceso de las personas a las partes peligrosas de las máquinas, deteniendo el movimiento de estas partes antes de que se entre en contacto con ellas.

- Siempre que sea posible se utilizará un resguardo antes que un dispositivo de protección, ya que está más cerca del origen del riesgo impedir el acceso, que permitirlo garantizando la parada de los elementos peligrosos.
- Los dobles mandos, mandos sensitivos o de marcha a impulsos, deberán ser la última elección ante un riesgo, ya que sólo protegen al operario que los está oprimiendo en ese momento. Por lo tanto son protección individual y no colectiva.

En el apartado correspondiente se tratarán con profundidad los requisitos y condiciones de utilización de cada uno de los resguardos y dispositivos de protección, así como su orden de selección.

6.3.7. *Riesgos de proyecciones, caídas de objetos, estallido y rotura.*

Puede ocurrir que las **partículas proyectadas** estén **ligadas al trabajo normal** del equipo (virutas, productos incandescentes de soldadura, fluidos de corte, partículas abrasivas,...). En estos casos debe disponerse de **resguardos** que las contengan (Figura 52).

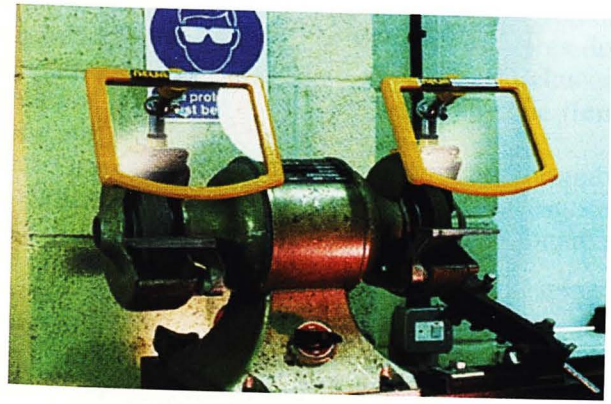


Figura 52

Los transportadores aéreos, cadenas, cintas de transporte estarán diseñados de forma que se **dificulte la caída** de los objetos transportados. Cuando crucen sobre puestos de trabajo o pasillos deberán disponerse de **protecciones que retengan** la caída de los objetos transportados.

Cuando se utilicen **elementos suspendidos** con cables o cadenas como: herramientas pesadas, partes móviles de las máquinas, resguardos abatibles,... aquellos deberán disponer de un **segundo sistema de suspensión de seguridad**, o de un sistema paracaídas que impidan la caída del objeto en caso de rotura del elemento de suspensión (Figura 53).

Puede ocurrir que la proyección de partículas sea causada por el **estallido o rotura de elementos** de un equipo de trabajo, producida a su vez por efecto de las **tensiones normales** de funcionamiento (fuerza centrífuga, presión, ...), de las **tensiones excepcionales previsibles** (choque, golpe de ariete, ...), o del **envejecimiento** de los materiales. En el caso de que este estallido sea previsible, deberán colocarse **protecciones que tengan la resistencia mecánica suficiente** para retener las partículas, siempre que sea posible, o bien se tomarán medidas alternativas de protección.

Por ejemplo, en las piedras esmeriles (Figura 53) podría romperse la piedra mientras gira a alta velocidad. Para proteger este riesgo deberán llevar una carcasa de protección resistente que cubra toda la parte de la muela que no sea imprescindible para trabajar (el ángulo de la parte descubierta no debe sobrepasar los 90°). Además deberán respetarse las

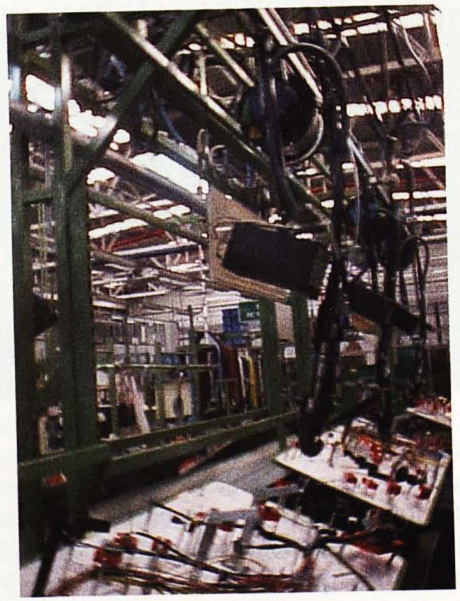


Figura 53

condiciones de utilización (velocidad y sentido de giro) fijadas por el fabricante. Como todavía existe el riesgo de que en caso de estallido los fragmentos de la piedra salgan proyectados por la parte que se deja al descubierto para trabajar, deberá colocarse la esmeril de forma que el estallido no incida directa o indirectamente sobre un puesto de trabajo o sobre un pasillo.

Las **instalaciones de presión** deberán disponer de **dispositivos limitadores de presión** (válvulas de seguridad). Cuando en las máquinas existan **calderines,** utilizados generalmente como acumuladores o pulmones, debería realizarse de forma periódica las **pruebas de presión** (si es razonablemente posible) y de **tarado de las válvulas de seguridad** por personal competente, así como un **mantenimiento preventivo** (como criterio técnico de referencia exclusivamente puede seguirse el reflejado en la AP 17 del Reglamento de Aparatos a Presión, ya que en realidad los calderines que forman parte integrante de una máquina están excluidos del ámbito de aplicación de ese reglamento).

En cuanto a las **conducciones de fluidos a presión** tanto hidráulicas como neumáticas, existe el riesgo de **latigazo por rotura** de alguna de las conducciones flexibles. Deberían **sujetarse a intervalos regulares a partes resistentes de la máquina**, o en su defecto a sirgas de seguridad, y especialmente junto a los racores de unión, así como **inspeccionarlas con frecuencia** y **sustituirlas** en cuanto se aprecie el menor daño y siempre dentro del plazo de **tiempo determinado por sus fabricantes**.

En el caso particular de máquinas hidráulicas que trabajen a **alta presión** (Figura 54) además de acrecentarse el riesgo de estallido existe también la posibilidad de que se abriera súbitamente un pequeño poro en la manguera, saliendo un chorro de aceite a alta presión, que podría provocar un accidente grave si en su trayectoria se encontrara un trabajador. Por este motivo y estos casos, deberían instalarse **vainas metálicas o cubiertas adicionales de protección** para las tuberías flexibles de aceite, en los lugares adyacentes a la posición de trabajo del operador y en los que pueda estar un operario. Además las tuberías flexibles deben

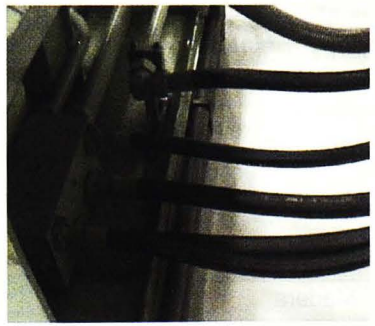


Figura 54

llevar **indicada la presión máxima** que puedan soportar, que será siempre superior a la de servicio. En el programa de mantenimiento preventivo de estas máquinas debe contemplarse específicamente la revisión frecuente de estas mangueras.

Estas mismas precauciones o similares deben seguirse en las máquinas que trabajen con **líquidos corrosivos o cáusticos**.

6.3.8. Riesgos térmicos

El objetivo es suprimir o reducir los riesgos de quemadura que pueden provocar los elementos de transmisión de energía calorífica, es decir, principalmente, las canalizaciones, bridas, racores, válvulas,... que sirven para conducir los fluidos, vapores o gases a una **temperatura elevada**. También debemos tener en cuenta las **temperaturas extremadamente bajas** que pueden, igualmente, provocar quemaduras.

La temperatura de la superficie a considerar para evaluar el riesgo depende de la **naturaleza del material** (metal, plástico,...) y de la **duración del contacto** con la piel. A título indicativo, se admite generalmente que una superficie metálica lisa no presenta riesgo de quemadura por contacto imprevisto (máximo 2 a 3 segundos) si su temperatura no excede de **65 °C**. Por debajo de esta temperatura, la colocación de medios de prevención no es por tanto necesaria. Los umbrales de quemadura para períodos de contacto de 1 min. o más son los que se indican en la Figura 55.

Material	Umbrales de quemadura (°C) para período de contacto		
	1 min.	10 min.	8h o más
Metal sin revestir	51	48	43
Metal revestido	51	48	43
Cerámica, vidrio y pétreos	56	48	43
Plásticos	60	48	43
Madera	60	48	43

Figura 55

Tanto para altas como para bajas temperaturas, debería disponerse de **aislamientos térmicos**, como en las cámaras frigoríficas (Figura 56) o en las cocinas industriales (Figura 57), o, en su defecto, **resguardos** que impidan el contacto con las partes a temperaturas extremas y no transmitan la temperatura, como rejillas o chapa perforada (Figura 58). Otras soluciones que pueden aplicarse son la supresión global de acceso a la zona peligrosa mediante barandillas o cualquier tipo de resguardo material, la aplicación de cortinas de aire o de agua,...



Figura 56



Figura 57

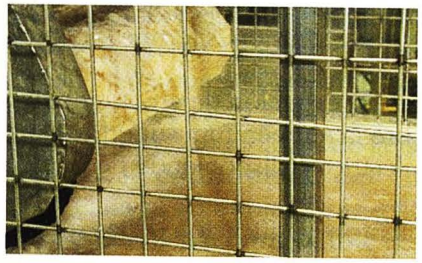


Figura 58

Aquellas partes calientes o frías que no puedan reconocerse fácilmente, deberán estar **señalizadas** (Figura 59), especialmente cuando estas partes puedan encontrarse al **desmontar** una protección o una carcasa.

Si no es posible la protección completa, en el manual de instrucciones de la máquina se habrá dispuesto la utilización de EPI's.



Figura 59

6.3.9. *Riesgos de incendio y explosión*

A la hora de considerar los riesgos de incendio y explosión, habrá que tener en cuenta tanto los **focos de ignición originados por el propio equipo** (partes metálicas que se calientan por fricción, focos eléctricos, altas temperaturas producidas en el proceso de fabricación,...), **como los materiales combustibles o inflamables utilizados por el equipo** (combustible utilizado en el caso de máquinas con motor de explosión, por ejemplo, o bien materias primas, subproductos intermedios o productos finales).

Cuando se estudien las medidas preventivas, deberá considerarse la **potencia térmica** del foco de ignición que genera el equipo en relación con la **capacidad de inflamación** de las substancias que puedan inflamarse; por ejemplo, la electricidad estática como foco de ignición carecerá de importancia si lo que se puede inflamar son sustancias sólidas no finamente divididas, pero deberá ser considerada en una cabina de pintura en presencia de disolventes orgánicos, o en un molino de harina, por ejemplo.

Uno de los focos de ignición más importantes de las máquinas es el **eléctrico**. Habrá que prestar atención a:

- La existencia de protecciones térmicas contra sobrecargas y cortocircuitos.
- Las medidas de prevención de arcos eléctricos.
- El control sobre la temperatura superficial máxima permitida en los equipos eléctricos (disponiendo de termografías periódicas si es necesario).
- El mantenimiento y verificación de las resistencias.

Otro foco de ignición importante en las máquinas que debe estar sometido a control y mantenimiento periódico, son las **partes sometidas a fricción**, como los embragues, frenos, partes móviles de los rodamientos,...

Habrá que tener precauciones adicionales cuando la máquina se vaya a utilizar en una **atmósfera potencialmente explosiva**. En este caso, no deberá instalarse el equipo si previamente no se ha realizado un proyecto de instalación en el que se tenga en cuenta la posible formación de la atmósfera explosiva, y se dispongan las medidas preventivas oportunas tales como extracciones y ventilaciones, estanqueidad de los equipos eléctricos y temperatura superficial admisible,...

Cuando sea necesario, las máquinas dispondrán de sistemas de extinción automática, integrados o no en el propio equipo.

6.3.10. *Riesgos eléctricos*

La máquina dispondrá de **protecciones térmicas** (fusibles, interruptores magnetotérmicos,...) diseñados para protegerla contra el riesgo de **cortocircuitos, sobretensiones y sobreintensidades**.

Los cuadros eléctricos estarán **cerrados con llave o será necesarria una herramienta específica para su apertura**. En su interior estarán **protegidas todas las partes en tensión accesibles**, asegurando un grado de protección mínimo IP2 (inaccesibles con un objeto de un diámetro mayor de 12,5 mm), mediante metacrilato o material aislante similar. En caso de no cumplirse esta condición, la manipulación de cualquier elemento del cuadro estará reservada a personal autorizado, que utilice los EPI's adecuados para un trabajo en tensión, y cumpla con un procedimiento de trabajo establecido previamente (ver el capítulo de *Electricidad. Baja Tensión* de este mismo manual).

En cuanto a la protección contra **contactos indirectos**, en muchas ocasiones se realizará desde el **circuito principal de alimentación de la máquina y no desde el mismo cuadro de esta**. En estos casos habrá que comprobar que esta protección sea **compatible con la instalación de la máquina**. Por ejemplo, en muchas ocasiones el sistema de protección consiste en puesta a tierra de las masas y dispositivos de corte por intensidad de defecto, es decir interruptores diferenciales que están ubicados, no en la propia máquina, sino en los cuadros eléctricos principales o secundarios de la fábrica. En estos casos habrá que comprobar la **continuidad del circuito de tierras** hasta todas las partes metálicas accesibles de la máquina, y que el **valor de la resistencia de tierra sea compatible** con la del interruptor diferencial instalado, de manera que no se puedan producir tensiones de defecto peligrosas para el usuario (ver el capítulo de *Electricidad. Baja Tensión* de este mismo manual).

Una cuestión muy importante y que en muchas ocasiones se pasa por alto, es que a pesar de existir una protección contra contactos eléctricos indirectos (a través de puesta a tierra de las masas e interruptores diferenciales) en el circuito de baja tensión que alimenta a la máquina, en todos aquellos casos en los que en el interior de la máquina existan **circuitos, ya sean de maniobra o de potencia, alimentados por un transformador**, estos circuitos deberán ser **protegidos de forma independiente**, al no pertenecer al circuito principal, es posible que no estén suficientemente protegidos por los diferenciales de éste. De esta manera, habrá que estudiar el tipo de cir-

cuito existente en la máquina y protegerlo en consecuencia. Podrán adoptarse, entre otras, las siguientes soluciones (ver el capítulo de *Electricidad. Baja Tensión* de este mismo manual).

- Circuitos de maniobra a tensiones inferiores a 50 V en corriente alterna o a 75 V en corriente continua. El riesgo de contactos eléctricos directos o indirectos estará protegido si el **transformador es de seguridad**, con doble aislamiento entre primario y secundario, diseñado según la norma UNE-20339 y está **marcado** como tal (Figura 60).



Figura 60

- Circuitos de maniobra a 110-220 V. El riesgo de contactos eléctricos indirectos puede protegerse utilizando un **transformador separador de circuitos**, identificado como tal, siempre y cuando el circuito en cuestión no supere una potencia de 16 KVA y se consiga que las masas de este circuito no estén unidas a tierra ni a las masas de aparatos conectados a otros circuitos.

  Otra alternativa sería colocar el **neutro del transformador a tierra, conectar todas las masas a tierra, y proteger el circuito con un interruptor diferencial** (si el circuito es de 110 V, deberá asegurarse que el interruptor diferencial funcione a esa tensión).

  También sería posible colocar el **neutro del transformador a tierra, conectar todas las masas a tierra, y proteger el circuito con fusibles o magnetotérmicos**. En este caso, la intensidad de accionamiento o disparo del fusible o del magnetotérmico, sus tiempos de disparo, y el valor de resistencia del bucle, estarán calculados para que no se alcancen tensiones de contacto peligrosas. Esta opción requiere valores de toma de tierra muy bajos y tiempos de disparo de los elementos de corte muy bajos.
- Para los circuitos de potencia a 220 V o superior las soluciones posibles serán las mismas que en el caso anterior, sin más diferencia que al ser normalmente las potencias muy superiores, la solución del transformador separador de circuitos deberá desecharse casi siempre.

En cualquier caso, habrá que tener en cuenta que sea cual sea el sistema utilizado para proteger contra contactos eléctricos indirectos en el circuito de maniobra, éste deberá ser **compatible con la protección frente a puestas en marcha intempestivas**.

Para terminar, debe recordarse que los circuitos de los equipos que presenten cierta complejidad deberán estar **identificados**, conservando en las cercanías los esquemas eléctricos y los registros de los controles y mantenimientos preventivos.

6.3.11. *Riesgos derivados del acceso y permanencia en las máquinas*

Todos los equipos deberán ser **estables** frente a la presión del viento, golpes, vibraciones, fuerzas centrífugas, de inercia,... En un principio, y salvo que exista un motivo claro que lo impida, las máquinas fijas deberían estar ancladas al suelo. En caso contrario deberá disponerse de estabilizadores o contrapesos.

Todos los lugares donde habitualmente deba **permanecer** un trabajador, ya sea para operaciones de producción normal, controles y verificaciones, mantenimiento, etc, deberán disponer de **plataformas de trabajo y accesos** a través de escaleras o escalas (Figura 61). Es habitual encontrar instalaciones tales como cintas de transporte aéreas que no disponen de plataformas de trabajo, o si existen éstas, no se ha dispuesto un acceso seguro (Figura 62).

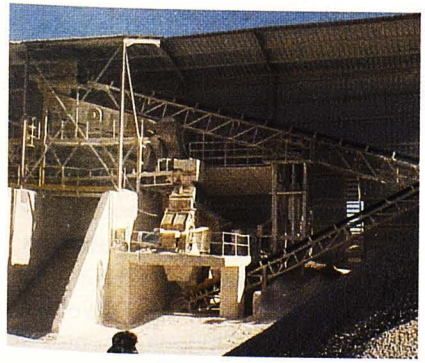


Figura 61



Figura 62

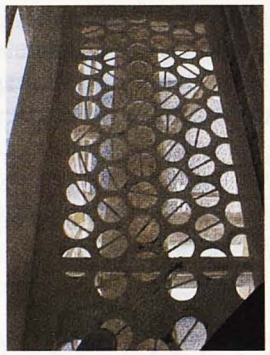


Figura 63

Las plataformas estarán sólidamente sujetas al equipo, con suelos no resbaladizos (superficies rugosas o pavimentos perforados), y si disponen de intersticios (Figura 63) su tamaño será inferior a 8 mm. para que no permitan la caída de objetos o herramientas al nivel inferior. Si hay riesgo de caída desde más de 2 m. de altura, deben disponer de barandillas rígidas de más de 90 cm. de altura, u otro sistema equivalente.

Las escaleras tendrán un ancho mayor de 55 cm, una huella superior a 15 cm, y una contrahuella inferior a 25 cm. Si salvan una altura superior a 60 cm estarán protegidas con barandilla.

6.3.12. Riesgos higiénicos

Los equipos deberían prevenir o proteger la generación y propagación del **ruido y vibraciones** por medio de:

- El correcto **diseño y mantenimiento de elementos giratorios** (rodamientos, cojinetes, ejes, volantes,...), y de cualquier otro que pueda participar en la generación de ruido y vibraciones.
- La colocación de **recubrimientos absorbentes** en partes metálicas del equipo que pudieran chocar entre sí o ser golpeados por los materiales procesados.
- La instalación de las máquinas sobre **apoyos antivibratorios**.
- **La minimización** de los **escapes neumáticos**, y la colocación de **silenciadores** donde no se pueda prescindir de ellos.
- Los cerramientos con **materiales absorbentes** de las fuentes de ruido.

- La adaptación de **empuñaduras antivibratorias** en máquinas portátiles.
- **La señalización** de los niveles de emisión de ruido, y de la obligación de utilizar EPI's de protección auditiva.

En cuanto a la **emisión de radiaciones**, las medidas a adoptar serían:

- La utilización de **fuentes de radiación intrínsecamente seguras** (por ejemplo, fuentes láser tipo 1 o 2), complementado con la información sobre el riesgo residual (por ejemplo, en las clases de equipo láser mencionados, no exponer directamente el ojo desnudo al haz láser).
- El diseño de los equipos con **cerramientos** que limiten la generación y propagación de radiaciones (cerramientos completos con plomo de las fuentes de radiaciones ionizantes, cortinas absorbentes con protección ante infrarrojos en equipos de soldadura,...).
- **La señalización** del tipo de radiación emitida por la máquina y de la obligación de utilizar EPI's.

Los equipos de trabajo que se vayan a utilizar en ambientes de trabajo que puedan generar **estrés térmico** (en salas de congelación, o en hornos), o **condiciones climatológicas agresivas** (trabajos a la intemperie), deberán disponer de **cabinas acondicionadas** térmicamente.

Las máquinas que entrañen riesgo por **emanación de gases, vapores o líquidos o por emisión de polvo**, deberán estar provistas de medidas adecuadas de **protección**.

Las substancias peligrosas:

- Pueden **desprenderse** de cualquier parte de la máquina, de sustancias contenidas en la máquina, o de materiales que provienen de artículos o substancias procesadas o utilizadas por ella.
- Pueden **ser transportadas** por el aire (procedentes de mecanizados, evaporación de cubas, trabajos con metales en caliente, carga o transporte de materiales, pulverización, fugas, mantenimiento, desmontajes, combustión de carburantes), o no (salpicaduras y evaporación o condensación en la apertura de máquinas, fugas, roturas).

- Pueden estar **presentes de forma habitual** durante el funcionamiento normal de la máquina, o aparecer únicamente en **determinadas ocasiones** (purgas de máquinas de inyección de plásticos, limpiezas de moldes o cubas, derrames, fugas,...).

Si existe este riesgo de emanación de gases, vapores, líquidos o emisión de polvo, las medidas a adoptar serían las siguientes:

- **Sustituir** si es posible la sustancia peligrosa por otra que lo sea menos.
- **Minimizar** la emisión de substancias peligrosas ajustando en lo posible las cantidades de productos utilizadas en los procesos.
- Colocar **dispositivos de captación o extracción localizada** en las proximidades de la fuente emisora.
- Si lo anterior no es posible, podrán utilizarse **sistemas de ventilación general**, o cortinas de aire.
- En caso de existir, el funcionamiento de los sistemas de extracción o ventilación deberá **depender exclusivamente del funcionamiento de la máquina**, y no de un mando que el trabajador pueda accionar voluntariamente. Una máquina que emita un contaminante peligroso estará diseñada para que no pueda funcionar sin su ventilación.
- Verificar en el **mantenimiento periódico** el correcto funcionamiento de las aspiraciones.
- **Señalizar** el riesgo y la necesidad de utilizar EPI's de protección respiratoria, si ello fuese necesario.

6.3.13. *Riesgos ergonómicos*

Deberán tenerse en cuenta, entre otros, los siguientes principios:

- Los **planos de trabajo** para la alimentación, extracción, cambios de utillajes, reglajes, etc. deberán tener en cuenta las **dimensiones de las personas**, a fin de evitar posturas forzadas o mantenidas.
- Los **órganos de accionamiento** de la máquina deberán ser diseñados de forma que puedan ser accionados sin riesgo de lesión. Se tendrá en cuenta tanto que su **ubicación** evite las posturas forzadas o mantenidas, como que el **esfuerzo** requerido para accionarlas sea compatible a la maniobra a efectuar por la mano o el pie del operario.

- Los **órganos de control y los indicadores** u otros elementos que proporcionen la información necesaria para mantener las condiciones de seguridad de la máquina, estarán diseñados de forma que sean **fácilmente comprensibles** (preferentemente de forma intuitiva) y no generen **sobrecarga o subcarga mental**, de manera que se dificulten las maniobras erróneas que puedan desencadenar un accidente.
- Las condiciones de iluminación del equipo se adaptarán a las **exigencias visuales de la actividad**. Como referencia, se pueden utilizar los valores recogidos en la *Guía Técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relativos a la utilización de los lugares de trabajo,* del Instituto Nacional de Seguridad en Higiene en el Trabajo. Estos niveles de iluminación pueden conseguirse con la instalación de iluminación general de la fábrica o, cuando sea necesario, con luminarias complementarias integradas en las máquinas.
- En cuanto a la iluminación, habrá que tener en cuenta también los lugares de acceso poco frecuente (para operaciones de mantenimiento, por ejemplo), en los que se dispondrá de **iluminación integrada o tomas de corriente para instalar una lámpara portátil**. También se evitarán los efectos **estreboscópicos**, o los **deslumbramientos** o **sombras** en las zonas de trabajo.

6.3.14. *Alarma y señalización*

Habrá que colocar señalización en la máquina:

- Si es necesaria una **prohibición** (restricciones de paso o de uso,...).
- Cuando haya que dar **información** sobre **riesgos residuales**.
- Si existen **EPI's de utilización obligatoria** distintos de los que se deben utilizar en la zona donde esté ubicada la máquina.
- Si el trabajador debe **conocer determinada información**, tales como los límites de utilización (carga máxima, velocidades admisibles), sentidos de giro,...
- Si el operario puede **variar determinados parámetros** (profundidades de corte o velocidades de rotación en máquinas herramientas,...)

La señalización **nunca sustituye a la protección** si existe posibilidad técnica de protección de ese riesgo (en la Figura 64, el punto de atrapamiento debería estar protegido, no es suficiente con la señal de advertencia).



Figura 64

Siempre que existan señales normalizadas deberán utilizarse éstas (Figura 65).



Figura 65

Si las señales están acompañadas de alguna leyenda, ésta estará en castellano.

Cuando la **variación de parámetros** de funcionamiento de un equipo dé lugar a una **situación peligrosa** (variaciones de presión, nivel, temperatura, velocidad, presencia de substancias peligrosas), deberán colocarse **dispositivos de alarma**. Generalmente estarán asociados a **detectores de umbral**, y como en el caso anterior, serán **complementarios al sistema de protección**, no podrán sustituirlo. Si, por ejemplo, se produce un incremento peligroso de presión, no bastará que suene una alarma, sino que además deberán existir mecanismos de alivio de presión como el cierre de la entrada de fluido y apertura de la salida, disparo de válvulas de seguridad,...

Los dispositivos de alarma pueden ser **luminosos o sonoros**. En el caso de los dispositivos de alarma luminosos:

- Deberán estar en el **campo de visión** del operario.
- Tendrán un **contraste** adecuado con el entorno.
- Si existe una señal intermitente y otra continua, la **señal intermitente** se utilizará para indicar un **grado mayor de peligro** o mayor urgencia que la continua.
- La señal de **peligro** será **doblemente intensa** que la de **advertencia**, será de color rojo y si es del tipo baliza estará colocada en la parte superior (Figura 66).



Figura 66

En cuanto a los dispositivos de alarma sonoros:

- Deben tener un nivel sonoro **superior** al nivel de ruido **ambiental** y preferentemente frecuencias distintas.
- **No deben utilizarse** cuando el ruido de **fondo** sea excesivamente intenso.
- La señal intermitente se utilizará para indicar un **grado mayor de peligro** o mayor urgencia que la continua.

6.3.15. *Consignación*

Todas las máquinas deben disponer de **dispositivos que permitan separarlas de sus fuentes de energía** (eléctrica, neumática, hidráulica...). Para la **energía eléctrica** (la más utilizada con diferencia) la separación puede realizarse mediante un seccionador, un seccionador provisto de contacto auxiliar de desconexión de carga antes de que se abran sus contactos principales, un interruptor seccionador, o un interruptor automático provisto de la función de seccionamiento. Para equipos con un consumo inferior a 16 A y una potencia inferior a 3 kW, podrá ser suficiente con desconectar el enchufe de una toma de corriente, siempre y cuando se tenga la certeza de que no puede volver a enchufarse sin el conocimiento de la persona que interviene en la máquina.

En relación con las **energías hidráulica y neumática**, el dispositivo de separación puede ser una llave, una válvula o un distribuidor manual. En neumática puede emplearse un «enchufe rápido» de características y con objetos similares a la toma de corriente en electricidad para las máquinas de pequeña potencia.

Cada uno de estos dispositivos debe disponer de la posibilidad de ser **bloqueado**. En las figuras se muestran diferentes dispositivos que disponen de esa posibilidad: interruptores eléctricos bloqueables (Figuras 67 y 68), unidad de mantenimiento neumática con llave de corte que también dispone de posibilidad de colocar un candado (Figura 69), bloqueo de la puerta de acceso a los controles (Figura 70), y accesorio que permite colocar varios candados, cuando son varios los trabajadores que deben entrar en las zonas peligrosas (Figura 71).

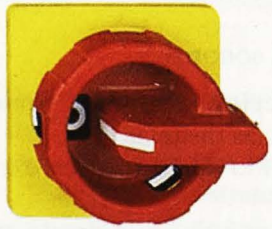


Figura 67



Figura 68

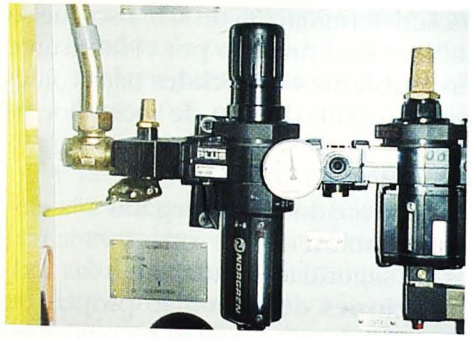


Figura 69

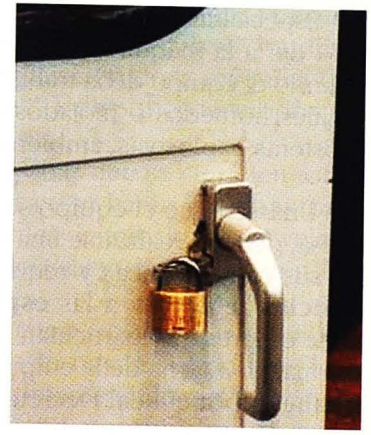


Figura 70



Figura 71

También deben existir en la máquina medios técnicos que permitan la **disipación de las energías** acumuladas: purgar acumuladores hidráulicos, vaciar los depósitos de aire comprimido (eventualmente las canalizaciones), descargar los condensadores, ...

En el punto dedicado a la utilización de las máquinas se incluye un proceso tipo de consignación de un equipo.

7. UTILIZACIÓN DE LAS MÁQUINAS

7.1. Selección, recepción y puesta en servicio de las máquinas

El paso inicial para la instalación y utilización segura de un equipo es su **selección adecuada**, de forma que se asegure que se **adapta a las condiciones requeridas**. Será fundamental determinar claramente cuáles son las **prestaciones y condiciones de utilización** que se van a requerir a la máquina, y compararlas **para su uso según lo previsto por el fabricante**, para evitar usos improvisados o en situaciones o condiciones no previstas por el fabricante.

Especialmente importante será la determinación de si el uso que se va a dar a la máquina es compatible con el previsto por el fabricante cuando el equipo deba trabajar en **ambientes especiales** tales como: locales húmedos o mojados, locales con alto riesgo de incendio, atmósferas explosivas, ambientes corrosivos...

Una vez que el equipo se ha seleccionado y a su **llegada** a la empresa, debería realizarse una **comprobación** de que todas y cada una de sus características y requisitos de seguridad se adaptan a las **exigencias legales** y a las **especificaciones** de seguridad propias de cada empresa en particular, y que normalmente estarán recogidas en normativa interna de la empresa. Esta comprobación es una obligación impuesta por el Real Decreto 1215/97, que en su artículo 4 dice:

> «El empresario adoptará las medidas necesarias para que aquellos equipos de trabajo cuya seguridad dependa de sus condiciones de instalación se sometan a una comprobación inicial, tras su instalación y antes de la puesta en marcha por primera vez, y a una nueva comprobación después de cada montaje en un nuevo lugar o emplazamiento, con objeto de asegurar la correcta instalación y el buen funcionamiento de los equipos.»

Una máquina nueva que se instale por primera vez en una empresa no debería **entrar en funcionamiento** hasta que no se hubiera hecho esta comprobación inicial.

Algunas empresas, con el objeto de facilitar la comprobación del cumplimiento de los requisitos legales y de la normativa propia de la empresa, disponen de normativa interna específica, que se conoce normalmente como «recepción de maquinaria». A continuación se recogen algunos aspectos que deberían estar incluidos en este tipo de normas:

- Para poder realizar la recepción correctamente deberán conocerse los **requisitos exigibles** a la maquinaria o equipo a recepcionar en todos los aspectos posibles, como homologaciones, certificados, especificaciones de cantidad y calidad de la producción que debe realizar, legislación de seguridad y contra incendios aplicables, contaminación, eliminación de residuos, etc.

- A este proceso de recepción deberán asistir **todos los departamentos** afectados por la llegada de la máquina, para que en la recepción se analice la máquina teniendo en cuenta las **necesidades** de producción, mantenimiento, calidad..., y se compruebe que para todas las fases de la utilización de la máquina (reparación, reglaje, mantenimiento,...) dispone de modos de funcionamiento adecuados y seguros.
- En la aceptación, además de comprobar que se cumplen todas las especificaciones legales y técnicas, se harán **pruebas funcionales** en las condiciones habituales de trabajo como: velocidad, materiales, herramientas y útiles, asegurándose que no se generan riesgos para los trabajadores.
- Se comprobará que durante el montaje, instalación, y utilización de equipos de trabajo nuevos se hayan seguido las **instrucciones del fabricante**, especialmente en lo que haga referencia a los riesgos residuales no protegidos, o a los complementos necesarios de los sistemas de protección propios de la máquina, que puedan depender de las condiciones de instalación del equipo. Ejemplos de riesgos que dependen de las condiciones de instalación son:
  - La ubicación de una esmeril para que las proyecciones derivadas de un posible estallido de la piedra no incidan sobre un puesto de trabajo o un pasillo, dado que la zona de trabajo de la muela no puede estar cubierta totalmente, existiendo un riesgo residual cuyo mejor control dependerá de las condiciones de instalación.
  - La necesidad de que en la instalación exista un interruptor diferencial y una instalación de toma de tierras a la que conectar la propia de la máquina para completar su sistema de protección frente a contactos eléctricos indirectos.

Aquellos equipos de trabajo cuya seguridad dependa de sus condiciones de instalación, se someterán a una **nueva comprobación** después de cada montaje en un nuevo lugar o emplazamiento, con objeto de asegurar la correcta instalación y el buen funcionamiento de los equipos.

Todas las máquinas deberán disponer de **todos sus sistemas de protección** mientras **permanezcan en la empresa**, aunque el equipo no se haya utilizado durante un largo periodo o incluso esté **fuera de servicio**. Si la máquina debe permanecer en la empresa sin alguna de sus protecciones por el motivo que sea (por ejemplo, mientras se decide si una máquina anticuada se elimina definitivamente y se susti-

tuye por otra o se opta por hacer cambios y adaptaciones que la modernicen) deberán tomarse medidas estrictas para que no pueda ponerse en marcha. Esto se puede conseguir **eliminando partes vitales** para su funcionamiento, como un cuadro de mando, un motor eléctrico, un cilindro neumático... La retirada de un componente fácilmente intercambiable, como unos fusibles, no cumpliría esta función.

7.2. Modificaciones de los equipos de trabajo

Si en alguna ocasión es preciso realizar una **modificación sustancial de las funciones** de una máquina o se debe **montar un conjunto de máquinas**, generandose una nueva máquina a partir de las anteriores), ésta no podrá entrar en funcionamiento hasta que no se hayan **evaluado sus riesgos de nuevo completamente**. Hay que aclarar que un conjunto de máquinas no es una serie de máquinas colocadas una cerca de otra, sino que las máquinas deben estar interconectadas de forma que conformen una nueva y única máquina, sus movimientos estén vinculados eléctrica o neumáticamente, el circuito de mando sea único y sus mandos sean conjuntos.

A este respecto debe comentarse la reticencia que se suele tener a modificar una máquina que disponga del marcado CE, ya que si la transformación supone una modificación sustancial de las funciones de la máquina, se **asumirían** las funciones del fabricante y sus responsabilidades. Esta situación llevaría a que habría que marcar la máquina, siguiendo todo el proceso descrito en el apartado correspondiente: elaboración del expediente técnico de construcción, de la declaración de conformidad y colocación en la nueva máquina resultante del marcado CE. Si bien esto es cierto, pretender que las máquinas marcadas no se pueden modificar, supone un desconocimiento absoluto del mundo industrial. Supondría negar las mejoras de ingeniería y métodos de trabajo (que por ejemplo pueden provenir, de sugerencias de mejora por parte de los trabajadores, según procesos de participación establecidos en cada vez mayor número de empresas) que impliquen una modificación sustancial de un equipo de trabajo. Supondría también, que si se pierde un cliente, y es sustituido por otro que nos pide un producto similar, no se podría transformar la línea de fabricación anterior para fabricar el nuevo producto. Está claro que las máquinas pueden y deben ser modificadas, siempre y cuando **se garantice** que después de la modificación son **tan seguras** como lo eran antes de ella.

7.3. Formación e información

Las máquinas deberían disponer de **instrucciones de uso o manuales de funcionamiento para el operador**, que contengan el modo operatorio, la descripción de los riesgos derivados de la utilización del equipo y las medidas de prevención y protección existentes en la máquina, y las que deba adoptar el trabajador para reducir los riesgos residuales no protegidos.

Todos los trabajadores que utilicen los equipos deberán estar **cualificados** para las operaciones que deban realizar en la máquina (la cualificación del trabajador que realice el reglaje u operaciones de mantenimiento del equipo será muy diferente del que sólo deba alimentarlo de material y evacuar las piezas terminadas), así como convenientemente **entrenados en su utilización**, y **formados con respecto a los riesgos** de la máquina. En particular, deberán estar perfectamente formados respecto a:

- Cuál es el **uso previsto** del equipo, y cuáles son los **malos usos previsibles** que ha identificado el fabricante y sus consecuencias.
- Cuáles son los **riesgos de la máquina**, y cuáles son los **dispositivos y sistemas de protección** utilizados.
- Si existe algún **riesgo residual** que no haya podido ser controlado, y qué **medidas complementarias** deben aplicarse con el fin de reducirlo al mínimo posible, como puedan ser la utilización de **EPI's** (cascos para el ruido, guantes térmicos,...), o de **normas de seguridad** (no utilizar ropa suelta o cabello largo sin recoger si existe la posibilidad de que sea atrapado por partes en rotación que no han podido ser protegidas) o procedimientos de trabajo.

7.4. Mantenimiento de las máquinas

El mantenimiento de las máquinas ha de contemplarse desde un doble punto de vista:

- Por una parte, los equipos deberán disponer de un **adecuado mantenimiento preventivo** para conservar el correcto funcionamiento de sus **funciones de seguridad**.
- Por otra, deberá asegurarse que las operaciones de mantenimiento, limpieza, reparación, etc, se realicen de forma que no **generen riesgos para los trabajadores que las realicen**.

En un principio, todas las máquinas deberían disponer de un **manual de mantenimiento** del equipo, que contenga las instrucciones del fabricante, de forma que las funciones de seguridad del equipo perduren durante toda su vida útil. En dicho manual aparecerán las **comprobaciones** que hay que realizar para garantizar que las funciones de seguridad se desempeñan correctamente, y su **frecuencia de ejecución**, así como el tipo de mantenimiento preventivo de los **componentes críticos** para esas funciones.

Para la elaboración y puesta en marcha de un programa de mantenimiento preventivo desde el punto de vista de la seguridad, se necesitará además de la **relación de la maquinaria** disponible, una **relación detallada de cada uno de los dispositivos y elementos de seguridad de cada máquina**, tales como paros de emergencia, barreras fotoeléctricas, vallas, carcasas, enclavamientos de barreras móviles, cables, etc. En especial, habrá que realizar un mantenimiento preventivo más exhaustivo a aquellos elementos claves para el mantenimiento de las funciones de seguridad que no dispongan de sistemas de detección automática de fallos, como son los dispositivos electromecánicos de categorías 1 y 3, los dispositivos de extracción de contaminantes, los detectores de umbral (de presión, temperatura, presencia de sustancias explosivas o tóxicas...), etc. También estarán incluidos en los programas de mantenimiento preventivo aquellos elementos que, no siendo dispositivos de seguridad, participan del mantenimiento de las funciones de seguridad del equipo, como las conducciones flexibles neumáticas o hidráulicas que pueden estallar, los cables o cadenas de suspensión de partes de las máquinas que puedan romperse, etc.

La segunda parte, después de definidas cuáles son las partes de las máquinas incluidas en el programa de mantenimiento preventivo, será la determinación de qué **operaciones de revisión y control o comprobaciones**, deben realizarse en cada uno de los elementos o dispositivos de la relación del párrafo anterior. Estas instrucciones se harán con detalle, ya que serán las instrucciones de trabajo para los operarios de mantenimiento encargados de realizar las revisiones y comprobaciones.

Posteriormente, deberá definirse la periodicidad de cada una de estas operaciones. Esta **periodicidad** se establecerá teniendo en cuenta: la **gravedad** del posible **accidente** que se pretende proteger, las **recomendaciones** de los **fabricantes** de las máquinas o sus componentes, la **fiabilidad** del sistema y su **resistencia a fallos** (por ejemplo, un elemento que disponga de categoría 1 o 3 en cuanto a resistencia a fallos deberá revisarse más frecuentemente que si dispone de categoría 2 o 4). De cualquier manera, deberían revisarse todos los sistemas y sus elementos al menos una vez al año.

De estas operaciones de mantenimiento preventivo, así como las reparaciones que deban realizarse, deberían conservarse **registros escritos** (en forma de libro de mantenimiento o similar) en los que se reflejen los elementos que se han comprobado, las operaciones de comprobación realizadas, la identificación de la persona que realiza las pruebas, resultado de las mismas y la fecha de realización.

Por otra parte, como ya se ha comentado, deberá asegurarse que las operaciones de mantenimiento, limpieza, reparación, ajuste, revisión o reparación de las máquinas, se realizan de forma que **no se ponga en peligro la seguridad de los trabajadores que las ejecutan**. En un principio, lo deseable es que el equipo esté diseñado para que todas estas operaciones puedan realizarse utilizando los **mismos sistemas de protección** que se utilizan para las operaciones normales de producción. Cuando esto no sea posible, para conseguir el objetivo de mantener el nivel de seguridad de los trabajadores quedan normalmente dos alternativas:

- Si las operaciones pueden hacerse con el equipo totalmente parado, antes de ejecutar el trabajo debería **consignarse el equipo**, siguiendo las siguientes fases:
  - **Separación** del equipo de todas sus fuentes de energía.
  - **Bloqueo** de todos los dispositivos de separación, para impedir accionamientos por terceras personas.
  - **Disipación** de energías acumuladas.
  - **Verificación** de que las acciones anteriores han producido el efecto deseado.

- Cuando las operaciones no pueden hacerse con el equipo o alguna de sus partes completamente parados, la máquina deberá disponer de **sistemas de protección alternativos**. Es muy habitual que muchas operaciones de ajuste y cambio de utillaje o de modelo deban hacerse en el interior de las zonas peligrosas, y con la máquina en marcha. Necesariamente en estos casos deben existir **órganos de funcionamiento** especialmente diseñados para estas operaciones, y un **dispositivo de selección de modo de funcionamiento**, que cumpla las condiciones descritas en el apartado de puesta en marcha de este mismo capítulo, de forma que se reduzcan los riesgos todo lo técnicamente posible.

En cualquier caso, cuando las operaciones descritas no puedan realizarse manteniendo los sistemas de protección normales del equipo y haya que ejecutarlas, bien con dispositivos de selección de modo de mando asociados a condiciones de menor riesgo, o bien siguiendo un procedimiento de consignación del equipo, estas operaciones sólo podrán ser realizadas por **personal autorizado** por el empresario, que esté especialmente **cualificado, formado y adiestrado** para poderlas ejecutar con seguridad.

7.5. Proceso tipo de consignación de un equipo

Inicialmente, para que este proceso pueda realizarse, en cada máquina se habrán **identificado** y estarán **señalizadas** cada una de sus **fuentes de energía** (eléctrica, hidráulica, neumática, mecánica por gravedad o un resorte...) y sus **dispositivos de corte**, que dispondrán de **dispositivos de bloqueo**. Todas las posibles **energías acumuladas** se habrán **identificado**, y se dispondrá de **medios de disipación**.

El tipo de consignación a realizar se habrá **determinado para cada máquina**. Incluso para **diferentes trabajos en una misma máquina** pueden existir **normas distintas de consignación**, ya que deberá tenerse en cuenta el tipo de trabajo, la ubicación del operario dentro del equipo, el grado de riesgo existente... Por ejemplo, en el trabajo en una prensa pueden haberse diseñado diferentes normas para:

- Trabajar bajo el troquel. Existe un riesgo de accidente mortal que exigirá la colocación de dispositivos de retención mecánica, entre otras medidas.
- Trabajar en el cuadro eléctrico. También existe un riesgo de accidente mortal, pero que precisará de un procedimiento de trabajo en tensión o de un procedimiento para suprimir la tensión, y en el que la colocación del dispositivo de retención mecánica anterior no afectará en absoluto a la existencia del riesgo eléctrico.
- Trabajar en el sistema de embrague - freno. Podría producirse un accidente muy grave, para el que el dispositivo de retención mecánica no serviría para nada. En cambio habría que tener en cuenta que estos dispositivos suelen tener un acumulador propio de aire comprimido para la función de embrague, que habrá que vaciar antes de trabajar en el sistema.

A continuación se expone un proceso, que puede ser utilizado como modelo para hacer un procedimiento de consignación, entendiendo que el procedimiento en cada caso debe ajustarse a las peculiaridades de cada empresa, siempre que se obtenga un nivel de seguridad similar (ver también el proceso de supresión de la tensión para realizar trabajos sin tensión del capítulo de *Electricidad. Baja Tensión* de este mismo manual).

1) **Parada** de la maquinaria o equipos. Deberá **informarse** a los trabajadores afectados antes de desconectar las fuentes de energía, y posteriormente se **desconectará la instalación** utilizando los órganos de parada de los que disponga.
2) **Aislamiento** de la maquinaria o equipos. Se **separará** el equipo de todas sus **fuentes de energía**.
   - En cuanto a la **energía eléctrica**, la separación puede realizarse mediante un seccionador, un seccionador provisto de contacto auxiliar de desconexión de carga antes de que se abran sus contactos principales, un interruptor seccionador, o un interruptor automático provisto de la función de seccionamiento. Para equipos con un consumo inferior a 16 A y una potencia inferior a 3 kW, podrá ser suficiente con retirar el enchufe de una toma de corriente, siempre y cuando se tenga la certeza de que no puede volver a enchufarse sin que la persona que interviene en la máquina lo advierta.
   - En relación con las **energías hidráulica y neumática**, el dispositivo de separación puede ser una llave, una válvula o un distribuidor manual. En neumática puede emplearse un enchufe rápido, con la misma función que la toma de corriente en electricidad para las máquinas de pequeña potencia.
3) **Bloqueo** de los dispositivos de separación de energías. Deberán bloquearse **todos** los dispositivos de separación de energías, lo que implica que dichos dispositivos deberán disponer de los medios para ser consignados (posibilidad de retirar las llaves de puesta en marcha, de colocar un candado en los órganos de accionamiento, de bloquear con llave la parada de emergencia,...). El trabajador **conservará en su poder** el medio para desbloquear el dispositivo de consignación (una llave, por ejemplo), hasta que el trabajo haya terminado.

- Cuando el trabajo precise que en la máquina intervengan varios trabajadores autorizados, deberán colocar en cada mecanismo de separación de energía **tantos dispositivos de consignación** diferentes como trabajadores deban intervenir, conservando cada uno de ellos en su poder el medio para desbloquear el dispositivo de consignación hasta que el trabajo haya terminado. Deberá ser imposible poner en marcha la máquina hasta que todos hayan retirado sus dispositivos de consignación.
- Para equipos en los que el dispositivo de separación de las fuentes de energía consista en la retirada de un elemento que pudiera ser fácilmente reemplazado por otro (una llave neumática, por ejemplo), o en los que sea suficiente con retirar el enchufe de una toma de corriente o desconectar un enchufe rápido, será necesario colocar un cartel de advertencia en la toma de corriente, el enchufe rápido, o el alojamiento de la llave neumática.

4) **Disipación** de energías acumuladas. Deberán disiparse las energías acumuladas purgando los acumuladores hidráulicos, vaciando los recipientes y canalizaciones de aire comprimido, descargando los condensadores... Asimismo, deberá tenerse en cuenta:

   - El posible **desplazamiento por gravedad** de algunos elementos (para lo que deberá disponerse de puntales o topes mecánicos suficientemente resistentes y correctamente dimensionados o asociados a un dispositivo de enclavamiento).
   - La **emisión de chorros** de fluido a presión durante las intervenciones en circuitos hidráulicos o neumáticos que han quedado cargados (pantallas dispuestas localmente, p. ej.).
   - El contacto con partes que hayan podido quedar **en tensión**, como los sistemas electrónicos de mando (apantallamientos, p. ej.).
   - Elementos con **inercia** (debería disponerse de dispositivos de retardo, que impidan la apertura de las protecciones hasta que las partes peligrosas no se hayan detenido efectivamente).
   - La dificultad en disipar o controlar **energías térmicas o fuentes de radiación**.

5) **Verificación del aislamiento**. Se comprobará, utilizando un procedimiento de trabajo específico, que las acciones realizadas según los apartados anteriores han producido el efecto deseado.

6) Realización del trabajo de mantenimiento o reparación.
7) Una vez que el trabajo se ha completado y todos los **resguardos y dispositivos de seguridad se han colocado**, el trabajador autorizado deberá:

   - **Inspeccionar** el equipo para estar seguro de que todas las herramientas y materiales utilizados se han retirado, la máquina se vuelve a montar totalmente, y se han **reinstalado todos los resguardos y dispositivos** de seguridad.
   - **Avisar** a todos los trabajadores afectados de que la instalación se **arranca** de nuevo.
   - **Comprobar** que no hay ningún **trabajador** en situación de riesgo.
   - Retirar todos los **dispositivos de consignación**. Sólo la persona que colocó el dispositivo de consignación está autorizado para retirarlo. Si por algún motivo justificado esto no fuera posible, su superior inmediato podrá retirar el dispositivo de consignación, realizando los puntos que hemos mencionado en este paso y asumiendo la ejecución del resto del procedimiento.

8) Finalmente este trabajador autorizado pondrá en marcha el equipo, comprobando que funciona correctamente y verificando especialmente el **correcto funcionamiento de sus dispositivos de protección**.

7.6. Procedimiento tipo para la recepción y utilización de máquinas

Inicialmente, para que el proceso que se describe a continuación pueda funcionar correctamente, es importante que la empresa designe un *responsable de máquinas*, que debería disponer de una mínima **formación sobre prevención de riesgos laborales** y, sobre todo, conocimientos del contenido de la **normativa de seguridad en máquinas** (cuanto más amplia sea esta formación mejor), y a ser posible también sobre los **aspectos técnicos relacionados con la protección de máquinas** (sistemas de protección, circuitos de mando, de energía,...). En empresas de pequeño tamaño o poca estructura, este responsable de máquinas será en muchas ocasiones el propio empresario, o su persona de confianza.

Este *responsable de máquinas* tendrá las siguientes funciones:

- Instar a la persona o departamento encargado de la compra de máquinas que **exija al proveedor la documentación** necesaria antes de la compra de máquinas.
- **Recepcionar** las máquinas, exigiendo que la máquina **disponga de la documentación correspondiente** y cumplimentando la **ficha de recepción de máquinas**.
- Elaborar el **registro de máquinas** y la **ficha informativa** de riesgos de la máquina.

No se puede olvidar que muchos aspectos relacionados con el cumplimiento de la legislación sobre máquinas suponen la toma de decisiones importantes para la empresa, ya que para adecuar una máquina al Real Decreto 1215/97 habrá que asumir en muchas ocasiones una inversión. También podría requerir el cambio de hábitos de los trabajadores de producción y mantenimiento (se van a encontrar protecciones donde antes no había nada), o, entre otras muchas cosas, al plantearse la compra de una máquina, será necesario decidir entre comprar una máquina más cara pero que cumple fielmente la legislación, u otra más barata pero que quizá no asegure ese cumplimiento. Por esto es fundamental que en este proceso de compra y utilización de máquinas intervenga decididamente el empresario, que deberá asegurar la puesta en marcha del proceso que se describe a continuación y mantendrá las condiciones necesarias para su implantación y correcto funcionamiento, tomando entre otras las decisiones que se comentaron anteriormente.

Descripción del proceso

1. Adquisición de máquinas fabricadas después del 01-01-95

Antes de adquirir una máquina nueva o de segunda mano o un componente de seguridad, fabricados después del 1 de enero de 1995, el *responsable de máquinas* instará a la persona o departamento que proceda para que solicite a los proveedores que:

- La máquina disponga de **marcado CE** en la placa de identificación o en las proximidades de ésta (cuestión no exigible en el caso de los componentes de seguridad).

- Llegue acompañada de una **declaración CE de conformidad en español**, con todos los datos necesarios.
- Disponga de un **manual de instrucciones en español**, con la información e instrucciones mínimas requeridas.
- Si la máquina está incluida en el ANEXO IV de los Reales Decretos 1435/92 y 56/95, sería muy recomendable solicitar una **copia del documento remitido por el organismo notificado**.
- Además, debería comprobarse de la forma que se estime más conveniente, que el fabricante ha elaborado y conserva en sus instalaciones el expediente técnico de construcción. De ser posible, se le solicitará una copia, al menos de la **descripción de los medios de seguridad** que se han dispuesto para controlar los riesgos de la máquina. De una forma u otra, antes de la compra el proveedor debería hacer llegar a la empresa una **relación de los riesgos de la máquina y de los sistemas de protección empleados para controlarlos**.

Estos dos últimos puntos **no son requerimientos legales en España**, sino que son una manera simple de que el comprador disponga de la **información necesaria** para poder tomar una decisión sobre la elección de una máquina.

Durante el proceso de selección de la máquina, se tendrá en cuenta la idoneidad de la documentación recibida, y si la forma de controlar los riesgos descrita por los respectivos fabricantes es la más adecuada o no (para lo que será de mucha utilidad la descripción de los medios de protección que hemos solicitado previamente). Seleccionar una máquina para que sea segura puede resultar complicado para un profano, y, evidentemente, cuando la máquina tenga cierta complejidad, será necesario el asesoramiento de un experto, pero en muchos casos, no es más difícil que elegir entre diferentes máquinas en función de sus características productivas, de calidad, de facilidad de mantenimiento,... No se necesita más que disponer de una descripción por parte de cada uno de los fabricantes de los medios de prevención y protección de que dispone su máquina, y comparar los de unas con los de otras, recabando informaciones complementarias de los distintos fabricantes cuando aparezcan diferencias o contradicciones.

2. Adquisición de máquinas fabricadas antes del 01-01-95

Si la máquina que se adquiere es de segunda mano y fue puesta en servicio antes del 1 de enero de 1995, sería **recomendable** exigir al vendedor un **informe firmado por un técnico competente** (que tenga la formación de nivel superior en prevención de riesgos laborales, y que esté integrado en un servicio de prevención ajeno, en un organismo de control autorizado (OCA), o en la organización de prevención de la propia empresa) que asegure que la máquina cumple los requisitos mínimos de seguridad y salud requeridos en el anexo I del R. D. 1215/97, así como cualquier otra norma que le fuese de aplicación. Debe tenerse en cuenta que de no estar adecuada la máquina, será responsabilidad de la empresa usuaria hacer esta adecuación.

En este caso es muy recomendable también pedir a quien vende la máquina, la justificación de que la misma se ha **mantenido** de acuerdo a las condiciones que pedía el fabricante, de manera que se conserven las condiciones de seguridad de que disponía cuando se fabricó, o cuando se efectuó su adecuación al Real Decreto 1215/97.

3. Recepción de la máquina

A la **recepción** de la máquina, el responsable de máquinas deberá comprobar que:

- La máquina llega con toda la **documentación** mencionada anteriormente.
- Los **medios de protección** utilizados se corresponden con los descritos en la documentación enviada.

Es recomendable conservar un **registro escrito** de esta recepción, similar al indicado en la Figura 72.

Lo más conveniente desde el punto de vista del comprador, sería no abonar la totalidad de la máquina hasta que hayan terminado las comprobaciones que se hagan en su recepción, y se esté seguro de que la máquina que se entrega cumple formalmente y en la práctica la normativa de seguridad. Incluso sería más adecuado si esta limitación en el pago se hubiera establecido en el contrato, aunque no es imprescindible, ya que si la máquina no es acorde a lo fijado por el Real Decreto 1435/92, se podrá exigir a su fabricante que cumpla con sus obligaciones legales, aunque no se haya mencionado esta obligación contractualmente.

FICHA DE RECEPCIÓN DE MÁQUINAS		
DEPARTAMENTO RECEPTOR:		
RESPONSABLE:		
TIPO DE MÁQUINA:		
PROVEEDOR:		
MÁQUINAS FABRICADAS DESPUÉS DEL 01-01-95		
	Sí/No	**Observaciones**
Marcado CE		
Declaración CE de Conformidad		
Manual de Instrucciones		
Copia del documento remitido por el Organismo Notificado		
Documento en el que se relacionan los riesgos de la máquina, y los sistemas de protección empleados para controlarlos		
MÁQUINAS FABRICADAS ANTES DEL 01-01-95		
	Sí/No	**Observaciones**
Dispone de certificado que asegura su adecuación al R.D. 1215/97		
En caso de que la respuesta anterior sea no, se ha dispuesto un presupuesto para la adecuación de la máquina		

Figura 72

4. Registro de máquinas

El *responsable de máquinas*, con la colaboración de los responsables de los diferentes departamentos que utilicen éstas, **elaborará y mantendrá actualizado** un registro de las máquinas utilizadas en la empresa, en el que hará constar la situación en que se encuentra cada máquina en cuanto al cumplimiento de la legislación (Figura 73).

REGISTRO DE MÁQUINAS UTILIZADAS EN LA EMPRESA								
Identidación de la máquina	Sección	Máquinas fabricadas después de 01-01-95				Máquinas fabricadas antes de 01-01-95		
		Marcado CE	Declaración CE de conformidad	Manual de instrucciones		Adecuada al 1215/97	Manual de instrucciones o ficha de riesgos	

Figura 73

5. Adecuación de máquinas al R.D. 1215/97

En función de los resultados de dicho registro, el empresario elaborará un **plan de acción** para la adecuación al R. D. 1215/97 de todas aquellas máquinas en las que sea haya observado que todavía no se ha realizado esta adecuación, y dispondrá los medios necesarios a tal efecto.

6. Fichas Informativas de los riesgos y medidas de prevención

Para asegurar una adecuada información a los trabajadores sobre los riesgos y medidas preventivas de las máquinas, el *responsable de máquinas*, con la información contenida en el manual de instrucciones de cada una de ellas y en la descripción que hizo el fabricante de los medios de seguridad, **elaborará una ficha informativa de riesgos de la máquina**, que contendrá el resumen de los riesgos de la misma, los medios de prevención existentes en ella, y las consignas de seguridad para el operario (Figura 74).

FICHA INFORMATIVA DE RIESGOS DE LA MÁQUINA *NOMBRE DE LA MÁQUINA*		
Tipo de riesgo y ubicación	Medios de protección de la máquina	Consignas de seguridad para el operario

Figura 74

7. Utilización de la máquina

La ficha informativa de riesgos de la máquina estará a **disposición de los trabajadores** (preferentemente, estará colocada en la propia máquina o en las inmediaciones de ésta), de forma que se garantice un acceso fácil y permanente a ella. Antes de la utilización de una nueva máquina, o ante la incorporación de un trabajador al puesto, la empresa garantizará que la información sobre los riesgos y medidas preventivas de la máquina llega a los trabajadores afectados, utilizando para ello los contenidos de la ficha o el manual del fabricante.

Debe recordarse que en función de las características del equipo, el empresario deberá definir (y autorizar expresamente si es necesario) **qué trabajadores** pueden utilizarlo. Para ello, además de las particularidades de la máquina, deberá tener en cuenta las limitaciones de la normativa actualmente en vigor, tales como los trabajos prohibidos o limitados a menores, la protección de la lactancia y la maternidad, etc.

8. Programa de mantenimiento preventivo

Se asegurará que cada máquina, y en especial las partes de ella que sean esenciales para mantener sus condiciones de seguridad, reciben el **mantenimiento** que haya indicado el fabricante, para lo que se recogerá éste en un programa periódico de mantenimiento preventivo. De no disponer de información sobre este mantenimiento por parte del fabricante, y no poder tampoco contactar con él para que la aporte, se elaborará este programa de mantenimiento tomando como referencia el recomendado para máquinas similares.

9. Medidas de control

9.1. *Control activo*

El responsable de máquinas deberá comprobar periódicamente que la norma se está siguiendo, especialmente en lo referente a la adecuación de las máquinas al R. D. 1215/97 y el proceso de adquisición de máquinas.

9.2. *Control reactivo*

Si en algún caso se produce un accidente o incidente relacionado con la utilización de las máquinas, el responsable de máquinas verificará si el contenido de la ficha informativa de riesgos es correcto, y si procede la inclusión de otras medidas preventivas en la ficha o en la máquina.

9.3. *Control general de la norma*

El servicio de prevención de la empresa deberá estar informado de la existencia y resultados de este proceso, para que en las evaluaciones de riesgos verifique el cumplimiento de la norma, para lo cual contrastará la existencia de los registros mencionados en ella.

7.7. Lista de chequeo guía para la adecuación de una máquina al Real Decreto 1215/1997

DISPOSICIONES MÍNIMAS GENERALES APLICABLES A LOS EQUIPOS DE TRABAJO					
		SI	NO	N.P.	Observaciones
1	**Órganos de accionamiento**				
1.1	¿Son visibles e identificables?				
1.2	¿Están señalizados adecuadamente?				
1.3	¿Están situados fuera de las zonas peligrosas?				
1.4	No acarrea riesgos por manipulación involuntaria.				
1.5	Desde el puesto de mando ¿se ve la ausencia de personas en zonas peligrosas?				
1.6	En caso de respuesta negativa. ¿Dispone de señal acústica o visual previa a la de la puesta en marcha?				
1.7	¿El sistema de mando realiza las funciones de seguridad requeridas y presenta la resistencia a defectos adecuada al Nivel de Riesgo?				
2	**Puesta en marcha**				
2.1	Solamente se efectúa mediante un accionamiento voluntario (sobre un órgano de accionamiento previsto a tal efecto).				
2.2	Tras una parada cualquiera, la puesta en marcha requiere un accionamiento voluntario (solamente si la puesta en marcha representa un riesgo).				

DISPOSICIONES MÍNIMAS GENERALES APLICABLES A LOS EQUIPOS DE TRABAJO					
		SI	NO	N.P.	Observaciones
3	**Parada**				
3.1	**Parada normal**				
3.1.1	¿Dispone de un órgano de accionamiento que permite su parada en condiciones de seguridad?				
3.1.2	¿La orden de parada tiene prioridad sobre las de puesta en marcha?				
3.1.3	¿Una vez parado el equipo, se interrumpe el suministro de energía de los accionadores?				
3.2	**Parada en el puesto de trabajo.**				
3.2.1	¿Dispone de un órgano de accionamiento, en cada puesto de trabajo, que permite la parada del equipo en condiciones de seguridad?				
3.2.2	¿La orden de parada tiene prioridad sobre las de puesta en marcha?				
3.2.3	¿Una vez parado el equipo, se interrumpe el suministro de energía de los accionadores?				
3.3	**Parada de emergencia.**				
3.3.1	¿Dispone de uno o varios dispositivos de parada de emergencia que permitan evitar situaciones peligrosas?				
4	**Proyección, caída de objetos**				
4.1	Existiendo riesgo de caída de objetos o de proyecciones. ¿Dispone de resguardos o de dispositivos de protección adecuados?				
5	**Dispositivos de Captación o Extracción**				
5.1	Existiendo riesgo de emanación de gases, vapores, líquidos o emisión de polvo, etc. ¿Dispone de dispositivos de captación o extracción de la fuente emisora?				
6	**Equipos de Trabajo sobre los que se sitúan los Trabajadores**				
6.1	¿Están bien sujetos y son estables?				
6.2	¿Disponen de medios adecuados para garantizar que el acceso y permanencia en los mismos no suponga un riesgo?				
6.3	Si hay riesgo de caída de más de 2 m. ¿Dispone de barandillas rígidas de 90 cm. de altura u otro sistema equivalente?				

DISPOSICIONES MÍNIMAS GENERALES APLICABLES A LOS EQUIPOS DE TRABAJO					
		SI	NO	N.P.	Observaciones
7	**Riesgos de estallido o rotura de elementos de un equipo de trabajo**				
7.1	¿Dispone de medios de protección adecuados?				
8	**Riesgos de accidente por contacto mecánico con elementos móviles**				
8.1	¿Están equipados con resguardos o dispositivos de protección?				
8.2	¿Los resguardos impiden el acceso a zonas peligrosas?				
8.3	¿Los dispositivos detienen las maniobras peligrosas antes del acceso a dichas zonas?				
8.4	¿Los resguardos y dispositivos son de fabricación sólida y resistente?				
8.5	Los resguardos y/o dispositivos ¿No ocasionan riesgos suplementarios?				
8.6	Los resguardos y dispositivos, ¿son difíciles de anular o poner fuera de servicio?				
8.7	¿Los resguardos y dispositivos están situados a suficiente distancia de las zonas peligrosas?				
8.8	¿Limitan los resguardos y dispositivos lo mínimo imprescindible la observación del ciclo de trabajo?				
8.9	¿Permiten los resguardos y dispositivos intervenciones indispensables de cambio de herramientas y mantenimiento, engrases...?				
9	**Iluminación**				
9.1	¿Dispone de iluminación adecuada para el trabajo a realizar?				
10	**Partes del equipo de trabajo con temperaturas elevadas o muy bajas**				
10.1	¿Estas partes se encuentran protegidas contra riesgos de contacto con los trabajadores?				
11	**Dispositivos de alarma**				
11.1	¿Dichos dispositivos son perceptibles y comprensibles sin ambigüedades?				
12	**Dispositivos de separación de fuentes de energía**				
12.1	¿Disponen de dispositivos claramente identificables para separarlos de sus fuentes de energía?				

DISPOSICIONES MÍNIMAS GENERALES APLICABLES A LOS EQUIPOS DE TRABAJO					
		SI	NO	N.P.	Observaciones
13	**Señalización**				
13.1	¿El equipo de trabajo dispone de las advertencias y señalizaciones que garanticen la seguridad de los trabajadores?				
14	**Equipo de trabajo a utilizar en condiciones climatológicas agresivas**				
14.1	¿Se encuentra acondicionado para el trabajo en dichos ambientes (cabinas, etc.).?				
15	**Riesgos de explosión**				
15.1	¿Es adecuado para prevenir los riesgos de explosión provocados tanto por él mismo como por las sustancias almacenadas, producidas o utilizadas?				
16	**Riesgos eléctricos**				
16.1	¿El equipo de trabajo es adecuado para prevenir el riesgo de contacto directo o indirecto con la electricidad?				
16.2	¿Las partes eléctricas cumplen la normativa específica correspondiente?				
17	**Ruidos, vibraciones y radiaciones**				
17.1	¿Dispone de medios para limitar la generación y propagación del ruido?				
17.2	¿Dispone de medios para limitar la generación y propagación de vibraciones?				
17.3	¿Dispone de medios para limitar la generación y propagación de radiaciones?				
18	**Líquidos corrosivos o a alta temperatura**				
18.1	Los equipos de trabajo que operan con estas sustancias. ¿Disponen de protecciones adecuadas para evitar el contacto accidental con los mismos?				

8. BIBLIOGRAFÍA

Manual para la Adecuación a la Legislación Vigente de los Equipos de Trabajo.
Álvaro Abancéns Izcue, Iñigo Arriaga Segura, Iñigo Beain Larrañaga, Agustín Esparta Diez, Alfonso Tovar López.
OSALAN. Gobierno Vasco.
Guía Técnica para la Evaluación y Prevención de los Riesgos Relativos a la Utilización de los Equipos de Trabajo. Real Decreto 1215/97. Primera Parte.
Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo.
Manual de Seguridad en el Trabajo.
Varios autores.
Editorial MAPFRE.
Nueva Normativa de Prevención de Riesgos Laborales: Aplicación Práctica.
Ángel Luis Sánchez Iglesias, Mario Grau Ríos.
FREMAP.
Seguridad de las Máquinas. Directiva Máquinas 89/392/CEE (cartel).
Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo.
La Reglamentación Comunitaria sobre Máquinas. Comentarios sobre las directivas 89/392/CEE y 91/368/CEE.
Pierre Massimi, Jean-Pierre Van Gheluwe.
Oficina de Publicaciones Oficiales de las Comunidades Europeas.
Aplicación práctica de la legislación sobre máquinas.
José Carlos Alquézar Caño.
Pagina Web de la Confederación de Empresarios de Aragón http://www.crea.es/prevención/maquinas.
Normas UNE.

6.2

Máquinas (II)

Actualizado por JOSÉ M.ª ZUERAS

1. MEDIDAS DE PROTECCIÓN APLICADAS A LAS MÁQUINAS

Las máquinas estarán diseñadas y construidas de forma que las personas no estén expuestas a sus peligros, cuando el montaje, la utilización y el mantenimiento se efectúen conforme a las condiciones definidas por el fabricante.

Para alcanzar este objetivo, el fabricante debe aplicar en la fase de diseño y construcción una serie de medidas y acciones de prevención que, unidas a las que deben ser incorporadas por el usuario, se denominan medidas de protección (Figura 1).

En la primera parte de este capítulo (Máquinas I), en el apartado de medidas preventivas, se han enumerado una serie de medidas de prevención intrínseca, que tienen por objeto eliminar el riesgo en el origen o diseño, o cuando menos minimizarlo. Estas actuaciones deben realizarse en la fase de proyecto de la máquina.

En esta segunda parte de este capítulo de seguridad en máquinas, se va a profundizar sobre las medidas de protección frente a riesgos mecánicos, es decir sobre resguardos y dispositivos de protección.

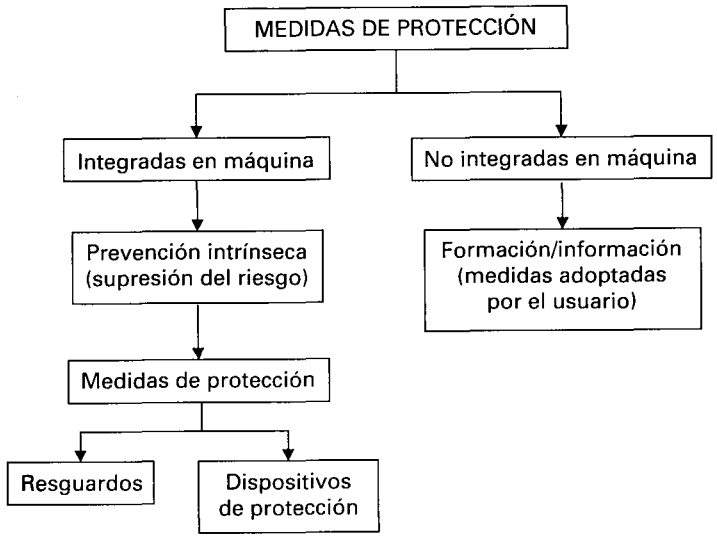


Figura 1

Los medios más utilizados para garantizar la protección contra los peligros mecánicos que presentan las máquinas son los resguardos y los dispositivos de protección.

Los resguardos son elementos de una máquina, o en general de un equipo de protección, que se utilizan específicamente para garantizar la seguridad mediante una barrera material. Dependiendo de su forma se puede denominar carcasa, cubierta, pantalla, puerta, envolvente, carenado, etc.

Los dispositivos de protección son elementos distintos de los resguardos, que por sí solos o asociados a un resguardo reducen el riesgo, por ejemplo, un dispositivo es una célula fotoeléctrica, que al ser atravesada por una persona genera una parada de la máquina, de tal forma, que cuando llega a la zona peligrosa, ya ha cesado el movimiento.

Entre los requisitos generales que deben cumplir los medios de protección, está que deben producir las menores interferencias posibles durante el funcionamiento y durante las demás fases de la vida de la máquina, con el fin de reducir al mínimo la incitación a anularlos. Por lo tanto, los resguardos y los dispositivos de protección tendrán que cumplir lo siguiente:

- Deben ser de construcción robusta.
- No deben ocasionar peligros suplementarios.
- No deberán ser fácilmente anulados o puestos fuera de servicio.
- Deben estar situados a una distancia adecuada de la zona peligrosa.
- Deben permitir la observación del ciclo de trabajo.
- Deben permitir las intervenciones indispensables para la colocación y / o sustitución de las herramientas, así como los trabajos de mantenimiento.

Los resguardos se pueden clasificar en:

- Resguardos fijos.
- Resguardos móviles.
- Resguardos regulables y autorregulables.
- Resguardo con dispositivo de enclavamiento.
  - Asociados al mando.
- Resguardo con dispositivo de enclavamiento y bloqueo.
- Apartacuerpos y apartamanos.

En cuanto a los dispositivos de protección se distinguen los siguientes:

- Dispositivos de enclavamiento con detectores accionados mecánicamente:
  - Con detectores accionados por levas.
  - Con detectores accionados por lengüeta.
- Dispositivos de enclavamiento con detectores no accionados mecánicamente:
  - Con interruptores magnéticos.
- Sistemas con llave(s):
  - Sistemas de llave cautiva.
  - Sistema de transferencia de llave.
- Sistema con clavijas y bases.
- Otros dispositivos:
  - Dispositivos sensibles:
    - Detección mecánica:
      - Barras y bordes sensibles.
      - De placa.

  - Cables.
  - Alfombras.

— Detección no mecánica:

  - Células fotoeléctricas.
  - Células láser (escáner láser).
  - Otros (infrarrojos, ultrasonidos, capacitivos, etc.).

- Mando a dos manos.
- Dispositivos de validación.
- Mando sensitivo.
- Parada de emergencia.
- Retención mecánica.
- Dispositivos limitadores de parámetros peligrosos.

2. RESGUARDOS

RESGUARDOS FIJOS

Es un resguardo que se mantiene en su posición de protección, es decir cerrado e impide el acceso a la zona peligrosa, estando colocado en el equipo de alguna de las maneras siguientes:

- De manera permanente, como la fijación mediante soldadura, pernos o remaches.
- mediante elementos de fijación, como en el caso de usar tornillos, tuercas, etc., que impiden que se pueda desplazar, el resguardo, retirar o abrir, sin la utilización de una herramienta.

La utilización de una cerradura con llave, para cerrar un resguardo, equivale a un elemento de fijación.

Requisitos de tipo general que deben cumplir los resguardos fijos

Los resguardos fijos:

a) Deben impedir o minimizar la posibilidad de acceso a los puntos o zonas de peligro, en especial cuando a través de ellos se carga o se descarga material, por ejemplo, para la alimentación de las piezas a los elementos móviles de trabajo.

b) Deben estar diseñados para permitir realizar operaciones tales como ajustes, lubricación o mantenimiento de rutina, sin necesidad de desmontarlos, si ello es posible.
c) Pueden ser utilizados para proteger de otros peligros, por ejemplo: para retener piezas, herramientas o fragmentos de ellas (virutas), en el caso de que salgan proyectadas; para retener emisiones de sustancias peligrosas, como refrigerantes, vapores, gases, nieblas, polvo, etc.; para reducir la emisión de ruido; para retener o disipar la energía generada por una explosión, etc. En ese caso, en el diseño del resguardo es fundamental tener en cuenta aspectos tales como: el tipo de material, la forma, la posición, los medios de fijación al equipo de trabajo o las juntas de unión a dicho equipo. Un ejemplo típico es el de los resguardos de las esmeriladoras, su forma y su resistencia son fundamentales para proteger a los operadores de los fragmentos que podrían salir proyectados en caso de rotura de la muela.
d) Siempre que sea posible, no podrán permanecer en sus puestos si carecen de sus medios de fijación. Cuando se desmontan, si no se vuelven a montar correctamente deberán caerse. Es frecuente ver resguardo fijos que están colgados de su parte superior y en la inferior tienen uno o varios tornillos, con el paso del tiempo estos tornillos no se colocan y el resguardo fijo mantiene su posición al estar apoyado en su parte superior, pero no está fijado a la estructura, y permite su desmontaje simplemente levantándolo de su apoyo superior.

Los resguardos fijos se clasifican según estas tres formas:

Resguardo de protección local

Colocado lo más cerca posible del peligro permite suprimir o reducir, de manera sencilla, los riesgos ligados a los ángulos entrantes de los órganos de transmisión de energía o de movimiento y de los órganos de trabajo. En la Figura 2 a, se muestra una transmisión formada por piñón y cadena con un resguardo que protege la zona de unión de ambos elementos.

En la Figura 2 b, hay dos rodillos girando en sentido opuesto, con una protección en forma angular, impidiendo el atrapamiento de la mano (falange de los dedos). También se puede apreciar en este último

ejemplo que en el otro lado de los rodillos no existe protección, ya que un contacto en esa zona provocaría la expulsión del dedo o mano. En este caso de ángulos de atrapamiento, el resguardo puede adoptar diversas formas como: pletinas, barras o secciones angulares.

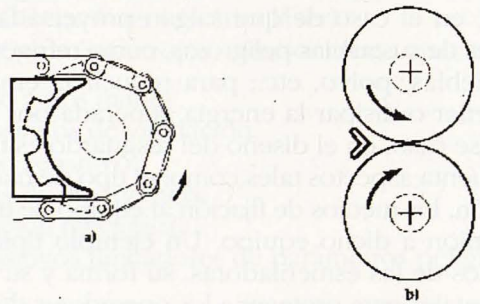


Figura 2

En la Figura 3, aparecen unos rodillos de alimentación con unas aberturas (a, b y c), que deberán ser lo suficientemente estrechas para impedir el acceso a la zona peligrosa, por lo que no serán superiores a 6 mm. (Nota Técnica Prevención 131, del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo en España). Si por necesidades productivas se requiere una mayor abertura central, se deberá aumentar la distancia de seguridad al punto o zona de peligro (ver en este mismo capítulo el apartado de alcance a través de aberturas).

Cuando se utilizan resguardos fijos como protección local, debe controlarse que no se crean nuevos puntos de atrapamiento suplementarios, como se puede ver en la Figura 4, (imagen superior izquierda). En las restantes imágenes el resguardo está diseñado para proteger los ángulos de atrapamiento entre la rueda y cadena, así como entre el diente cadena y el propio resguardo.

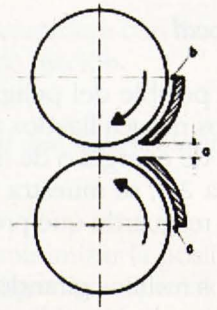


Figura 3

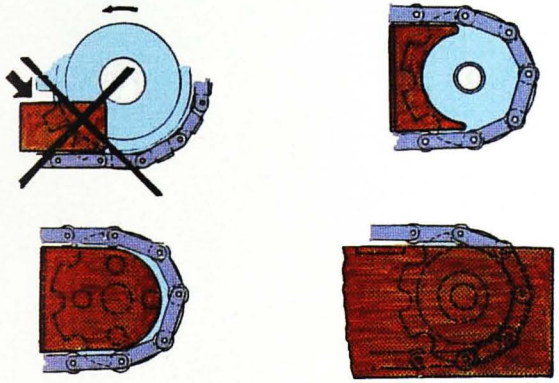
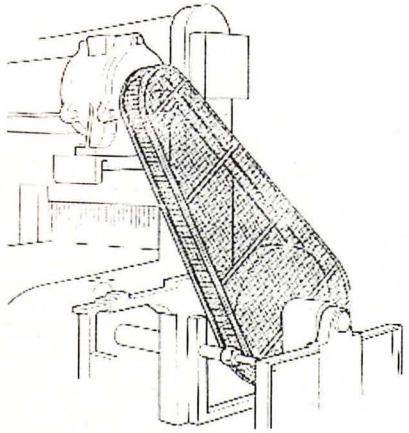


Figura 4

Resguardo envolvente

Impide el acceso a la zona peligrosa por cualquiera de sus lados.



Es la solución más corrientemente utilizada para hacer inaccesibles un conjunto de elementos peligrosos y consiste en encerrarlos dentro de un resguardo fijo o móvil. Este resguardo puede tener partes transparentes o de rejilla que permiten, si es necesario, la visibilidad de la zona peligrosa o su ventilación (Figura 5).

Figura 5

En la Figura 6, se observa los resguardos fijos de rejilla que están pintados de un color distinto del resto de la máquina.

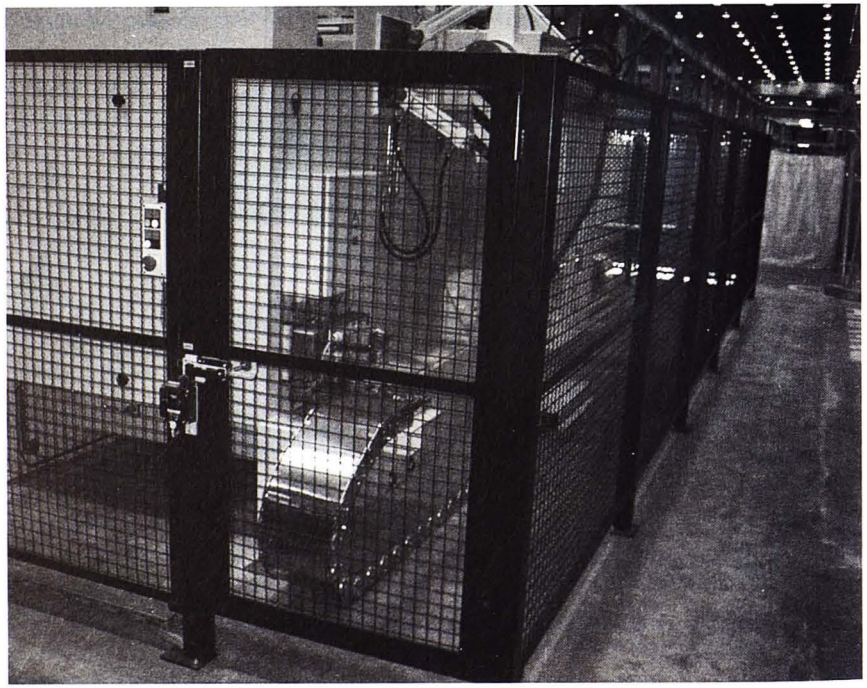


Figura 6

Resguardo distanciador

Este tipo de resguardo se caracteriza porque no cierra completamente la zona peligrosa, pero impide o reduce el acceso en virtud de sus dimensiones y de su distancia a la zona peligrosa (ver en este mismo capítulo: Aberturas en resguardos, alcance por encima de una estructura de protección y Alcance a través de una estructura de protección).

En determinadas aplicaciones puede combinarse con resguardos móviles, como por ejemplo en el caso de puertas de acceso (Figura 7).

En la Figura 8, aparece un resguardo fijo distanciador tipo túnel, con una relación distancia-abertura que no permite el acceso a la zona de peligro.

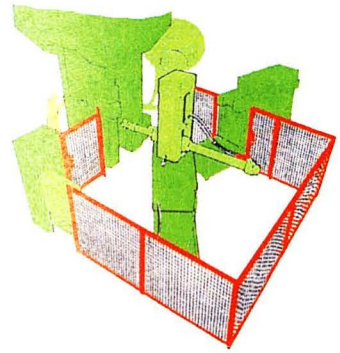


Figura 7. Resguardo fijo distanciador empleado como protección perimétrica.

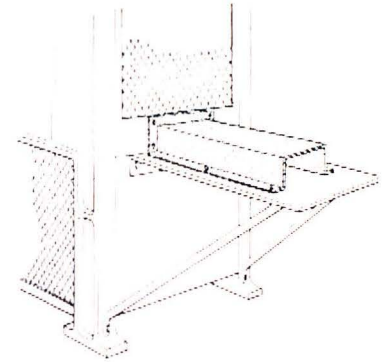


Figura 8. Resguardo fijo distanciador tipo túnel.

La protección perimétrica global se aplica, en general, cuando existen varios peligros en un mismo lugar y las intervenciones humanas son poco frecuentes (Figura 9). Los medios de acceso que permiten realizar las operaciones de ajuste y de mantenimiento son, en general, puertas (resguardos móviles), provistas de un dispositivo de enclavamiento o de enclavamiento y bloqueo. En esta figura se aprecia un robot, que está totalmente protegido por su periferia, excepto por la zona de carga y descarga, la cual deberá llevar algún dispositivo como por ejemplo: células fotoeléctricas, escáner, etc., como se explicará más adelante.

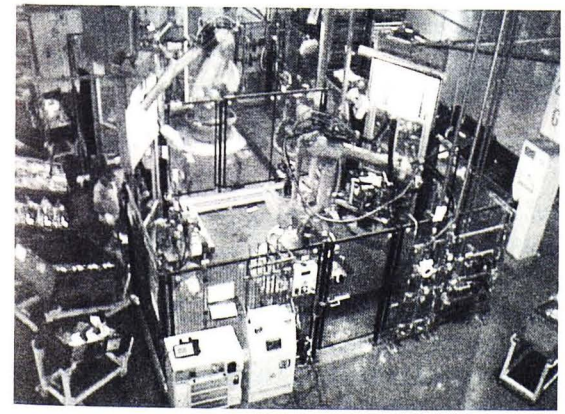


Figura 9

Los resguardo fijos también se emplean como complemento de dispositivos de protección individual aplicados a las máquinas, como por ejemplo los dispositivos de doble mando o de mando sensitivo, para dificultar el acceso de terceras personas a las zonas de peligro.

En la Figura 10 se observa la colocación de resguardos fijos en una plegadora, donde además de proteger la zona de trabajo no utilizadada en este caso, se protegen otras zonas como la parte lateral o la trasera.

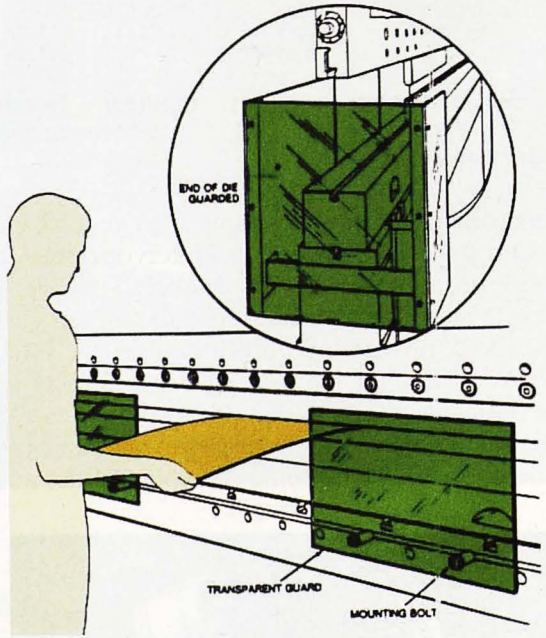


Figura 10

Troquel Cerrado

La principal zona de peligro en las prensas mecánicas es la zona del troquel y la medida preventiva más segura es la utilización de un troquel cerrado.

El empleo de troquel cerrado es normalmente practicable, cuando se lleva a cabo operaciones de corte y cuando se combina más de una operación en un único juego de troqueles.

Un troquel puede ser cerrado por concepción (diseño), según se muestra en la Figura 11 a, o porque se le incorporan resguardos fijos adicionales, como se ve en la Figura 11 b. En ambos casos el troquel impedirá el acceso de dedos y manos a la zona de peligro.

Para el tamaño de las aberturas se tendrá en cuenta las normas UNE-EN ISO 13857 y UNE-EN 349, que se comentan a continuación.

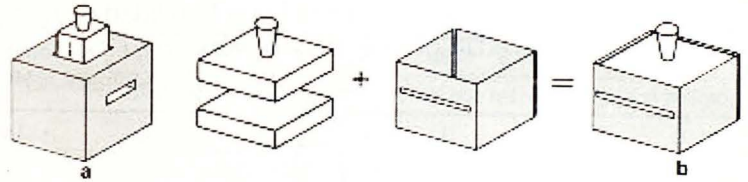


Figura 11

Aberturas en resguardos

Un método para eliminar o reducir los riesgos ocasionados por las máquinas consiste en la aplicación de distancias de seguridad, es decir la distancia mínima a la que ha de situarse una estructura de protección con relación a una zona peligrosa, para impedir que se alcancen zonas peligrosas con los miembros superiores e inferiores según UNE-EN ISO 13857 (Figuras 12 y 13).

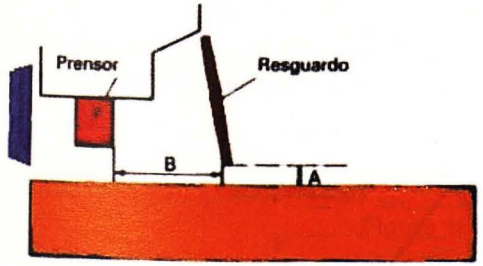


Figura 12

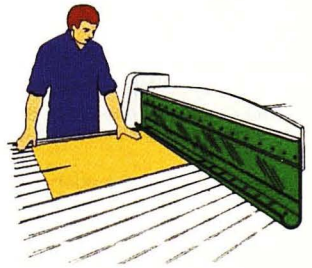


Figura 13

La distancia de seguridad se elegirá en función de la amplitud del gesto de la persona: hacia arriba, por encima de, alrededor de, etc., y de las dimensiones de las distintas partes del cuerpo que puedan pasar por las posibles aberturas de la estructura de protección, así como del resultado de la evaluación del riesgo.

Miembros superiores:

Alcance hacia arriba

Si el riesgo a la zona peligrosa es bajo, la altura de la zona peligrosa **h**, debe ser igual o superior a 2.500 mm, si el riesgo es alto, **h** debe ser igual o superior a 2.700 mm (Figura 14).

La evaluación del riesgo se basará en la probabilidad de que ocurra una lesión y en la gravedad posible de la lesión.

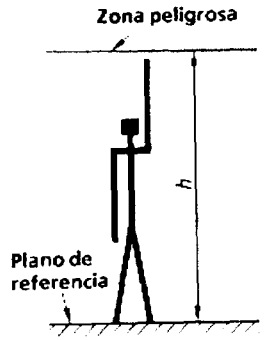


Figura 14

Alcance por encima de una estructura de protección

La estructura de protección tiene una altura **b** y está a una distancia «**c**» de la zona peligrosa. La zona peligrosa está a una altura **a**, sobre el suelo o plano de referencia (Figura 15).

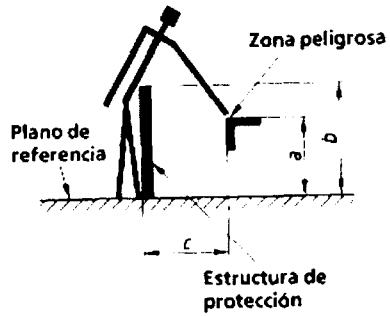


Figura 15

Si el riesgo en la zona peligrosa es bajo, se deben utilizar como mínimo los valores que aparecen en la tabla de la Figura 16.

No se deben hacer interpolaciones, cuando no coincida con los valores **a**, **b** o **c**, se elegirá el valor que entrañe el mayor nivel de seguridad.

Medidas en mm

Altura de la zona peligrosa b *a*	Altura de la estructura de protección a b								
	1.000	1.200	1.400	1.600	1.800	2.000	2.200	2.400	2.500
	Distancia de seguridad horizontal con respecto a la zona peligrosa, *c*								
2.500	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2.400	100	100	100	100	100	100	100	100	0
2.200	600	600	500	500	400	350	250	0	0
2.000	1.100	900	700	600	500	350	0	0	0
1.800	1.100	1.000	900	900	600	0	0	0	0
1.600	1.300	1.000	900	900	500	0	0	0	0
1.400	1.300	1.000	900	800	100	0	0	0	0
1.200	1.400	1.000	900	500	0	0	0	0	0
1.000	1.400	1.000	900	300	0	0	0	0	0
800	1.300	900	600	0	0	0	0	0	0
600	1.200	500	0	0	0	0	0	0	0
400	1.200	300	0	0	0	0	0	0	0
200	1.100	200	0	0	0	0	0	0	0
0	1.100	200	0	0	0	0	0	0	0

a Las estructuras de protección de altura inferior a 1.000 mm no están incluidas porque no restringen suficientemente los movimientos del cuerpo.

b Para zonas peligrosas por encima de 2.500 mm, remitirse al apartado 4.2.1.

Figura 16

Normalmente la altura **a**, altura de la zona peligrosa, va a estar predeterminada y será un dato fijo, el cual no se podrá variar. Por lo tanto, se deberá conjugar la altura de la estructura de protección **b** y la distancia horizontal a la zona peligrosa **c**. Si se dispone de poco espacio, se puede colocar una estructura de protección alta **b**, de tal forma que la distancia horizontal entre la estructura de protección y la zona de peligro sea lo más pequeña posible.

Para facilitar la comprensión de las Figuras 16 y 17, que son complementarias, se analiza un ejemplo en el que se aplica la tabla de la Figura 16. Altura de la zona de peligro 1600 mm. (valor **a**), se desea colocar una protección cuya altura es de 1.400 mm (valor **b**), ¿ a qué distancia horizontal (valor **c**), se colocará la protección de la zona peligrosa ?. Entrando en la tabla en el eje de abscisas (**a**) en 1.600 mm y en el eje de ordenadas (**b**) en 1.400 mm, se obtendría 900 mm, que sería la distancia a aplicar.

Si el riesgo en la zona peligrosa es alto, se deben utilizar como mínimo los valores que aparecen en la tabla (Figura 17).

Medidas en mm

Altura de la zona peligrosa *c* a	Altura de la estructura de protección *a, b* b									
	1.000	1.200	1.400	1.600	1.800	2.000	2.200	2.400	2.500	2.700
	Distancia de seguridad horizontal con respecto a la zona peligrosa *c*									
2.700	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2.600	900	800	700	600	600	500	400	300	100	0
2.400	1.100	1.000	900	800	700	600	400	300	100	0
2.200	1.300	1.200	1.000	900	800	600	400	300	0	0
2.000	1.400	1.300	1.100	900	800	600	400	0	0	0
1.800	1.500	1.400	1.100	900	800	600	0	0	0	0
1.600	1.500	1.400	1.100	900	800	500	0	0	0	0
1.400	1.500	1.400	1.100	900	800	0	0	0	0	0
1.200	1.500	1.400	1.100	900	700	0	0	0	0	0
1.000	1.500	1.400	1.000	800	0	0	0	0	0	0
800	1.500	1.300	900	600	0	0	0	0	0	0
600	1.400	1.300	800	0	0	0	0	0	0	0
400	1.400	1.200	400	0	0	0	0	0	0	0
200	1.200	900	0	0	0	0	0	0	0	0
0	1.100	500	0	0	0	0	0	0	0	0

a Las estructuras de protección de altura inferior a 1.000 mm no están incluidas porque no restringen suficientemente los movimientos del cuerpo.

b No se deberían utilizar estructuras de protección más bajas de 1.400 mm sin medidas preventivas adicionales.

c Para las zonas peligrosas por encima de 2.700 mm, remitirse al apartado 4.2.1.

Figura 17

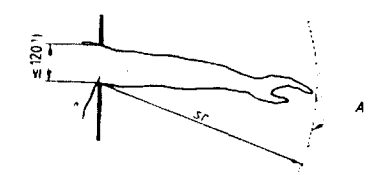
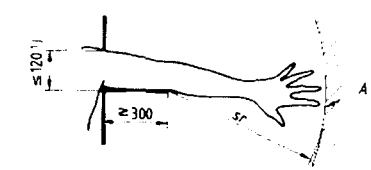
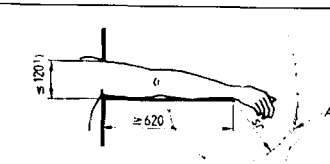
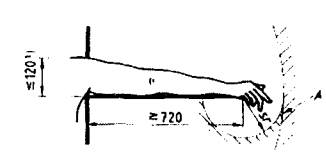
No se deben hacer interpolaciones, y cuando no coincida con los valores **a**, **b** o **c**, se elegirá el valor que entrañe el mayor nivel de seguridad.

Es aconsejable que la altura de la estructura de protección no sea inferior a 1400 mm., para impedir que el resguardo sea burlado. Para zonas peligrosas por encima de 2.700 mm., ver el apartado de alcance hacia arriba.

Alcance en todas las direcciones

Los valores de las distancias de seguridad de los movimientos fundamentales para personas de 14 años de edad en adelante, dependerán de la limitación del movimiento (Figura 18).

Medidas en mm

Limitación del movimiento	Distancia de seguridad s_r	Figura
Límitación del movimiento únicamente al nivel del hombro y de la axila	≥ 850	
Brazo soportado hasta el codo	≥ 550	
Brazo soportado hasta la muñeca	≥ 230	
Brazo y mano soportados hasta los nudillos	≥ 130	

A: Límite del campo de movimiento del brazo.

s_r radio de la distancia de seguridad.

a Diámetro de una abertura circular, o lado de una abertura cuadrada, o bien anchura de una ranura.

Figura 18

Alcance a través de aberturas

En la tabla de la Figura 19, aparecen las distancias de seguridad (sr), entre una estructura de protección y la zona de peligro, para personas de 14 años de edad en adelante.

Las medidas de la abertura, corresponden al lado de una abertura cuadrada, al diámetro de una abertura circular y a la menor medida de una abertura en forma de ranura. Para aberturas superiores a 120 mm, se deben utilizar las distancias de seguridad de alcance por encima de una estructura de protección.

La norma también contempla otra tabla similar para personas entre 3 y 14 años, que abarcaría las máquinas de uso doméstico y la tabla que aparece en la Figura 19, sería para máquinas de uso industrial.

Un ejemplo de su aplicación es el reflejado en la Figura 5, un resguardo envolvente que protege la transmisión de potencia entre ejes paralelos, por medio de una correa y polea. Al ser un resguardo de malla cuadrangular, que permite la introducción del dedo, se requiere que se mantenga una distancia de seguridad entre el resguardo y el punto de atrapamiento.

Medidas en mm

Parte del cuerpo	Figura	Abertura	Distancia de seguridad s_r		
			Ranura	Cuadrado	Círculo
Punta del dedo		$e \leq 4$	≥ 2	≥ 2	≥ 2
		$4 < e \leq 6$	≥ 10	≥ 5	≥ 5
Dedo hasta los nudillos		$6 < e \leq 8$	≥ 20	≥ 15	≥ 5
		$8 < e \leq 10$	≥ 80	≥ 25	≥ 20
Mano		$10 < e \leq 12$	≥ 100	≥ 80	≥ 80
		$12 < e \leq 20$	≥ 120	≥ 120	≥ 120
		$20 < e \leq 30$	≥ 850 a	≥ 120	≥ 120
Brazo hasta la unión con el hombro		$30 < e \leq 40$	≥ 850	≥ 200	≥ 120
		$40 < e \leq 120$	≥ 850	≥ 850	≥ 850

(1) Si la longitud de la abertura en forma de ranura es ≤ 60 mm., pulgar actúa como tope y la distancia de seguridad se puede reducir a 200 mm.

Figura 19

Si la abertura de la malla cuadrangular fuese de 10 mm, según la tabla de la Figura 19, y en la columna de abertura cuadrada, se fija una distancia de seguridad (sr), ≥ a 80 mm, estas tablas fijan las distancias mínimas de seguridad, que obviamente se pueden incrementar.

La norma UNE-EN ISO 13857, fija las distancias de seguridad para impedir que se alcancen zonas peligrosas con los miembros inferiores.

Miembros inferiores:

Distancias de seguridad para impedir el acceso.
Alcance a través de aberturas

La dimensión **e** de las aberturas corresponde al lado de una abertura cuadrada, al diámetro de una abertura circular y a la menor dimensión de una abertura en forma de ranura.

Las aberturas en forma de ranura superiores a 180 mm y las aberturas cuadradas o circulares superiores a 240 mm., permiten el paso de todo el cuerpo (Figura 20).

Medidas en mm

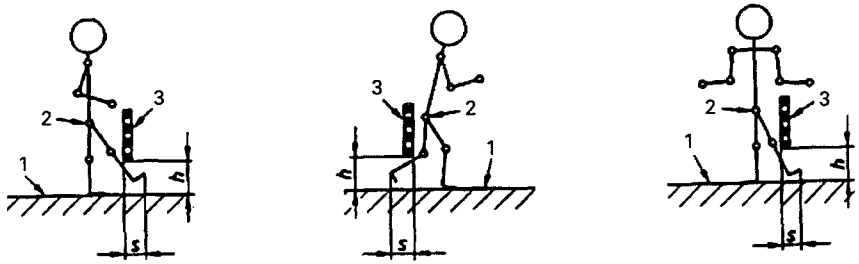
Parte del miembro inferior	Figura	Distancia de seguridad, s_r		
		Abertura	Ranura	Cuadrado o círculo
Punta del dedo		$e \leq 5$	0	0
Dedo		$5 < e \leq 15$	≥ 10	0
		$15 < e \leq 35$	≥ 80 a	≥ 25
Pie		$35 < e \leq 60$	≥ 180	≥ 80
		$60 < e \leq 80$	≥ 650 b	≥ 180
Pierna (punta del pie hasta la rodilla)		$80 < e \leq 95$	≥ 1.100 c	≥ 650 b
Pierna (punta del dedo hasta la entrepierna)		$95 < e \leq 180$	≥ 1.100 c	≥ 1.100 c
		$180 < e \leq 240$	Inadmisible	≥ 1.100 c

a Si la longitud de la abertura en forma de ranura es inferior o igual a 75 mm, la distancia se puede reducir a un valor igual o superior a 50 mm.
b El valor corresponde a la Pierna (punta del dedo hasta la rodilla).
c El valor corresponde a la Pierna (punta del dedo hasta la entrepierna).
Nota: Las aberturas en forma de ranura con $e > 180$ mm y las aberturas cuadradas o circulares con $e > 240$ mm, permitirán el acceso del cuerpo entero (véase también el último párrafo del capítulo 1).

Figura 20

Distancias para impedir el libre acceso.
Por debajo de la estructura de protección.

Se puede utilizar una estructura de protección para restringir la libertad de movimiento de las extremidades inferiores por debajo de la estructura, Figura 21.



1 Plano de referencia.
2 Articulación de la cadera.
3 Estructura de protección.

h altura hasta la estructura de protección
l distancia de restricción

Figura 21

En la Figura 22 se establecen las distancias «l», cuando el acceso de las extremidades inferiores es restringido, con la persona de pie. Cuando existe riesgo de resbalar o de mal uso no es adecuado utilizar esta tabla. Tampoco se deberán hacer interpolaciones a partir de los valores de esta tabla. Las distancias están en milímetros.

La aplicación de estas distancias presenta el inconveniente de que no se restringe el acceso de las extremidades superiores, como tampoco impide el acceso del cuerpo entero por debajo de la estructura de protección. Como recomendación técnica, la altura entre la parte inferior del resguardo y el suelo no debería ser mayor de los 180 mm.

Medidas en mm

Altura hasta la estructura de protección *h*	Distancia *l*		
	Caso 1	Caso 2	Caso 3
$h \leq 200$	≥ 340	≥ 665	≥ 290
$200 < h \leq 400$	≥ 550	≥ 765	≥ 615
$400 < h \leq 600$	≥ 850	≥ 950	≥ 800
$600 < h \leq 800$	≥ 950	≥ 950	≥ 900
$800 < h \leq 1.000$	≥ 1.125	≥ 1.195	≥ 1.015

Nota: las aberturas en forma de ranura, con $e > 180$ mm o las aberturas cuadradas o redondas con $e > 240$ mm permiten el acceso del cuerpo entero.

Figura 22

En algunas situaciones, los resguardos y otros elementos fijos pueden estar próximos a elementos móviles generando riesgo de aplastamiento, como por ejemplo, en el interior de una máquina. Esta norma no es de aplicación para riesgos de impacto, cizallamiento, arrastre o atrapamiento.

Para evitar este riesgo la norma UNE-EN 349, proporciona los valores de los espacios mínimos para evitar el aplastamiento de partes del cuerpo humano (Figura 23).

Valores de los espacios mínimos para evitar el aplastamiento de partes del cuerpo

Un ejemplo representativo de esta norma, para impedir el atrapamiento del cuerpo humano, sería la situación de un robot en el interior de una célula productiva protegido con un resguardo fijo distanciador. En el interior, el robot debería estar como mínimo a 500 mm de la valla protectora, teniendo en cuenta la posición más desfavorable del robot, ya sea esta motivada por el giro o inclinación. Hay que tener en cuenta que en algunas de estas instalaciones se pueden realizar movimientos en manual del robot con la puerta abierta, cumpliendo unos estrictos protocolos y sistemas de seguridad que ya se comentarán más adelante por lo que deberá tenerse en cuenta esta distancia mínima entre los límites del movimiento del robot y la valla para evitar el atrapamiento.

Medidas en mm

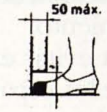
Parte del cuerpo humano	Espacio mínimo	Figura
Cuerpo	500	
Cabeza (posición menos favorable)	300	
Pierna	180	
Pie	120	
Punta del pie	50	
Brazo	120	
Mano Muñeza Puño	100	
Dedo de la mano	25	

Figura 23. Valores de los espacios mínimos para evitar el aplastamiento de partes del cuerpo.

Resguardos móviles

Son resguardos que están unidos al bastidor de la máquina o a un elemento fijo próximo, por ejemplo, mediante bisagras o guías de deslizamiento, y que se pueden abrir sin necesidad de utilizar ninguna herramienta.

En la Figura 24, se observa un resguardo móvil en un torno paralelo que protege los riesgos de la zona de trabajo, es decir el giro del plato del torno y pieza, más los generados por la interacción de herramienta y pieza como por ejemplo la proyección de virutas. Este tipo de resguardo debe llevar un enclavamiento de tal forma que impida operar con la máquina, si el resguardo no está colocado en su posición.

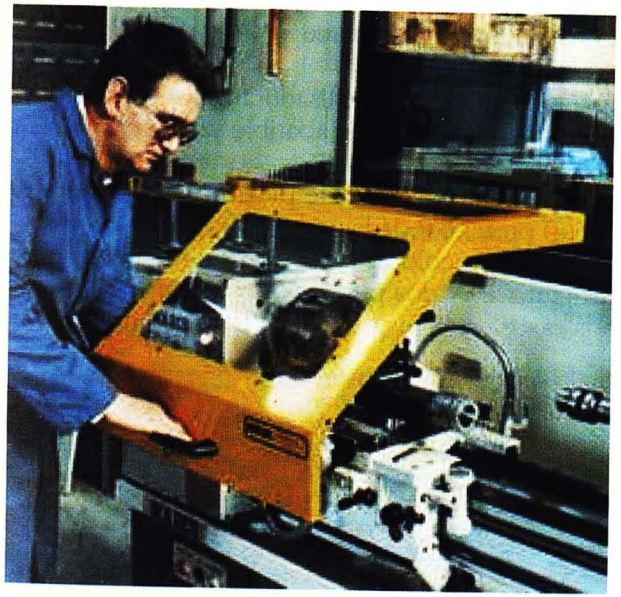


Figura 24. Resguardo móvil en un torno paralelo.

En la Figura 25, el resguardo móvil, protege de la proyección de partículas generadas en el esmerilado. También será necesario el uso de gafas de seguridad. Este resguardo móvil no llevará enclavamiento y requiere que cada operario en función de su altura y tipo de trabajo, ajuste correctamente el resguardo y apantalle las partículas que se dirigen a la cara (ojos).



Figura 25. Resguardo móvil en una esmeril.

En la Figura 26, aparece una fresadora universal con dos resguardos móviles. El resguardo superior es abatible y el inferior está compuesto por dos puertas.

En trabajos de mecanización de piezas pequeñas el resguardo superior (abatible) protege toda la zona de trabajo. Con piezas de mayor tamaño sería necesario colocar el resguardo inferior, que está formado con una estructura fija y dos puertas móviles.

En ambos casos estos resguardos deberán estar enclavados.

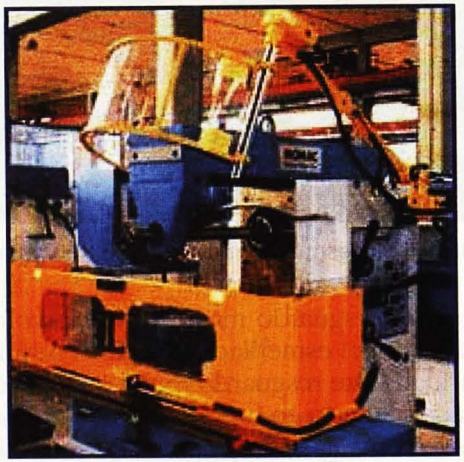


Figura 26

Requisitos generales

Los resguardos móviles tienen que cumplir las características siguientes:

a) Deben impedir o limitar al máximo posible el acceso a las zonas de peligro cuando están en posición de seguridad (cerrados).
b) Deben garantizar las distancias de seguridad, al igual que un resguardo fijo.
c) Pueden ser utilizados para proteger de otros peligros, por ejemplo: para retener piezas, herramientas o fragmentos de ellas, en el caso de que salgan proyectadas; para retener emisiones de sustancias peligrosas tales como refrigerantes, vapores, gases, nieblas, polvo, etc.; para reducir la emisión de ruido; para retener o disipar la energía generada por una explosión, etc.
d) Siempre que sea posible, tendrán que permanecer unidos a la máquina cuando sean abiertos.

Requisitos específicos en función de los tipos de resguardos

Resguardo móvil con dispositivo de enclavamiento

Las características de este tipo de resguardo son:

a) Las funciones peligrosas del equipo de trabajo cubiertas por el resguardo no se pueden desempeñar hasta que el resguardo esté en posición de seguridad (cerrado).
b) Si se abre el resguardo, el dispositivo de enclavamiento ordena la parada de dichas funciones peligrosas.
   En la Figura 27, el resguardo móvil está enclavado con el motor que acciona los rodillos; si se abre el resguardo se para el motor y, cuando se cierra, autoriza la puesta en marcha, pero ésta no se inicia. Es preciso dar la orden mediante un órgano de puesta en marcha. Cuando el resguardo está cerrado impide el acceso a la zona peligrosa. El detector de posición está instalado en seguridad positiva es decir en modo de accionamiento positivo.
c) Cuando el resguardo está cerrado, se pueden desempeñar las funciones peligrosas cubiertas por el resguardo, pero el cierre del resguardo no provoca por sí mismo la puesta en marcha de dichas funciones. Será necesario rearmar el circuito de seguridad de la máquina y pulsar el correspondiente órgano de puesta en marcha.

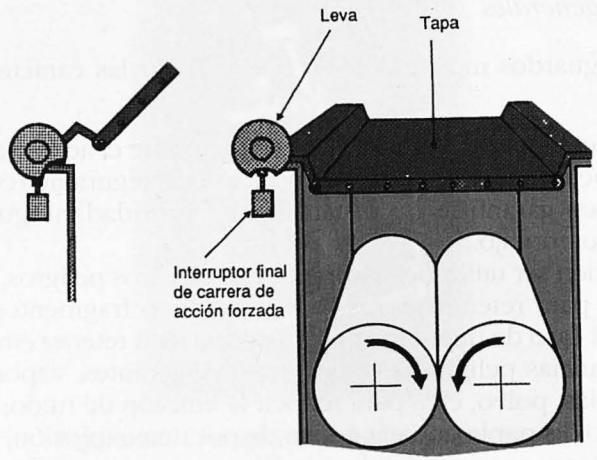


Figura 27. Resguardo móvil con dispositivo de enclavamiento.

Resguardo móvil con dispositivo de enclavamiento y bloqueo

Es un resguardo asociado a un dispositivo de enclavamiento y a un dispositivo de bloqueo mecánico. El resguardo no puede abrirse hasta que no haya cesado el movimiento peligroso de la máquina.

Las características de este tipo de resguardo son:

a) Las funciones peligrosas del equipo de trabajo cubiertas por el resguardo no se pueden desempeñar hasta que el resguardo esté en posición de seguridad (cerrado) y bloqueado.
b) El resguardo no se puede abrir hasta que el riesgo haya desaparecido, por ejemplo hasta que el volante de inercia de una prensa excéntrica no se ha detenido.
c) Cuando el resguardo está cerrado y bloqueado, se pueden desempeñar las funciones peligrosas cubiertas por el resguardo, pero el cierre y el bloqueo del resguardo no provoca por sí mismo la puesta en marcha de dichas funciones.

El principio de funcionamiento de estos sistemas de protección, se refleja en la Figura 28, en la cual **A**, es una barra unida al resguardo y **B** es una barra deslizante que acciona el interruptor de puesta en marcha.

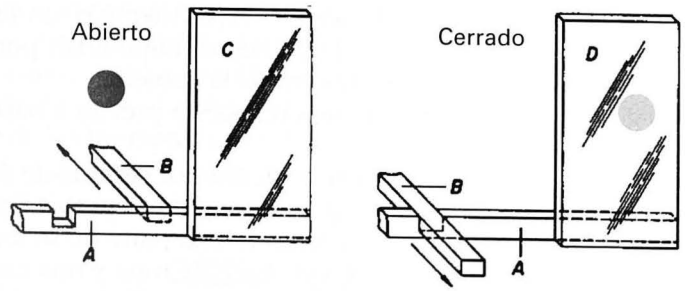


Figura 28

Cuando el resguardo está en la posición abierta **C**, la barra **A** solidaria al resguardo impide que la barra **B** accione el interruptor de puesta en marcha (lado izquierdo Figura 28). El movimiento del resguardo a la posición de cerrado **D**, pone la muesca **A** en situación de permitir el desplazamiento de **B**. El resguardo no puede retirarse hasta que la barra **B** se saca de la muesca, lo cual implica la parada de la máquina.

En máquinas con movimiento de inercia se debe impedir la apertura de un resguardo, hasta que no haya cesado el movimiento peligroso.

En la Figura 29 se presenta un ejemplo teórico de aplicación, enclavamiento de tipo mecánico, el resguardo **C** no se puede retirar mientras el eje gira, ya que los brazos **D**, por el efecto de la fuerza centrífuga se lo impiden mediante los entrantes **E**. Solamente cuando el movimiento de rotación ha cesado, los brazos vuelven a su posición vertical y permiten que la cubierta pueda ser abierta.

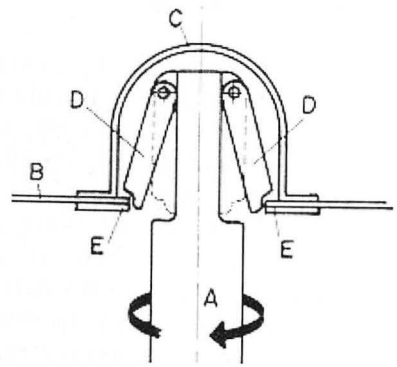


Figura 29

Independientemente, otros dispositivos (por ejemplo, un final de carrera accionado al abrir o cerrar la cubierta), impedirían poner en marcha la máquina mientras no esté cerrada la cubierta.

Este resguardo no proporciona una respuesta precisa a baja velocidad.

Otro ejemplo, puede ser el enclavamiento por sistema de retardo con tornillo (Figura 30), consta de un cerrojo de bloqueo **A** con una cabeza moleteada en uno de sus extremos y una parte de su longitud roscada. El cerrojo lleva un anillo **C** que hace de tope y una ranura **B** que, permite alojar el vástago del final de carrera **D**. De esta forma, cuando el resguardo está abierto la máquina no puede ponerse en marcha.

La desconexión ocurre a las primeras vueltas del tornillo; el tiempo transcurrido hasta que pueda abrirse el resguardo depende del paso de rosca y de la longitud del tornillo.

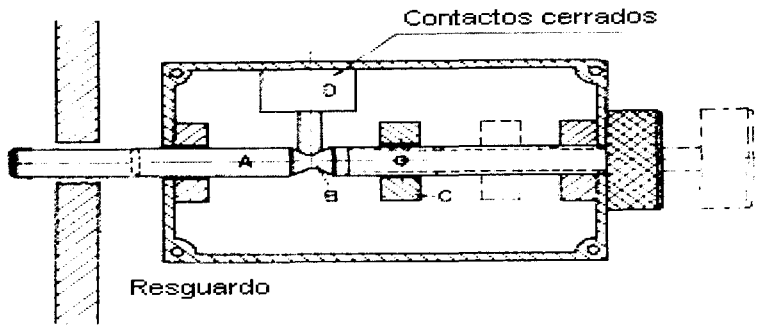


Figura 30

Otro ejemplo se refleja en la Figura 31 que es un resguardo con enclavamiento y bloqueo, donde la lengüeta que actúa sobre el detector de posición va fijada al resguardo móvil. Cuando éste se cierra, la lengüeta queda bloqueada por la acción de un muelle, permitiendo la puesta en marcha de la máquina. La apertura del resguardo móvil está condicionada, a la orden de detección y la parada del motor que mueve los elementos peligrosos, así cuando esta condición se cumple, se alimenta una bobina que desbloquea la lengüeta, lo que permite la apertura del resguardo. Al abrir el resguardo la lengüeta actúa en modo positivo sobre el detector de posición, forzando la apertura de los contactos y cortando así la alimentación de la bobina del contactor que alimenta el motor.

Para evitar en lo posible la neutralización de este dispositivo, la lengüeta y, en caso necesario, el detector de posición que contiene los mecanismos deben sujetarse mediante remaches, soldadura u otro sistema de eficacia equivalente. La forma de la lengüeta no debe coincidir con la de las herramientas más usuales.

Ver el apartado de detectores accionados por lengüeta de este mismo capítulo.

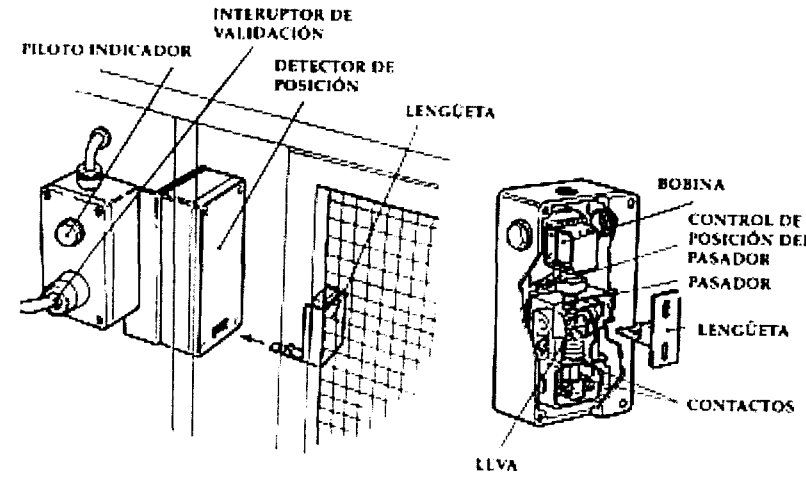


Figura 31

En la Figura 32, aparece un resguardo móvil con dispositivo de enclavamiento y bloqueo que impide el acceso al interior de una prensa excéntrica, es decir, a la parte superior de la maza o portamachos. Existe una botonera al lado del resguardo para solicitar la petición de entrada, una vez que se pulsa el botón:

1. Se para el motor principal.
2. Se frena el volante de inercia
3. Entra el seguro de la maza (bloqueo mecánico).
4. Desbloquea y autoriza la entrada

Al salir del interior es necesario cerrar el resguardo, y rearmar el dispositivo de enclavamiento y bloqueo con el pulsador correspondiente de la botonera. En estas condiciones la máquina está preparada para recibir una orden de puesta en marcha. Además, este dispositivo de enclavamiento y bloqueo permite la consignación.

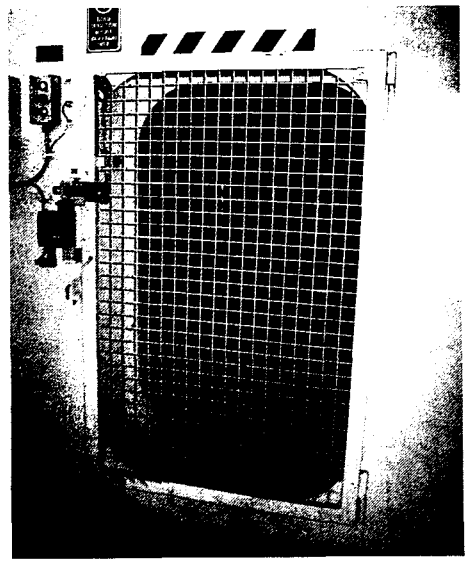


Figura 32

Los resguardos de enclavamiento y bloqueo, normalmente se bloquean con un perno, accionado por un solenoide. Su desbloqueo responde a un dispositivo de temporización o a un dispositivo que controla que los elementos móviles están parados (control de movimiento), siendo este segundo dispositivo más efectivo y seguro.

Resguardo asociado al mando

Es un resguardo móvil, con las características siguientes:

a) Las funciones peligrosas del equipo de trabajo protegidas por el resguardo no se pueden desempeñar hasta que el mismo esté en posición de seguridad (cerrado).
b) El resguardo puede estar asociado a un dispositivo de enclavamiento o a un dispositivo de enclavamiento y bloqueo. En el primer caso, al abrir el resguardo, se detienen las funciones peligrosas. En el segundo caso, el resguardo no se puede abrir hasta que el riesgo haya desaparecido.
c) El cierre del resguardo provoca la puesta en marcha de las funciones peligrosas.

Este tipo de resguardos sólo es admisible en equipos de trabajo que cumplan requisitos muy especiales como, por ejemplo, máquinas de pequeñas dimensiones en las que se cumplan los siguientes requisitos:

- Las dimensiones o la forma del equipo no permiten que una persona, o parte de su cuerpo, permanezca en la zona peligrosa o entre dicha zona y el resguardo, cuando éste está cerrado, lo cual limita el tamaño del equipo en el que pueda estar o ser instalado.
- Cualquier otro resguardo complementario que impida el acceso a la zona peligrosa debe estar enclavado con el sistema de mando del equipo, de manera que sus funciones peligrosas no se puedan desempeñar hasta que todos los resguardos estén en posición de seguridad (cerrados).
- Si las lesiones que se pueden producir en caso de fallo implican una cierta gravedad, las partes de los sistemas de mando asociadas a este tipo de resguardos, que puedan afectar a las funciones de seguridad, deben ofrecer el más alto nivel de resistencia a fallos.

Así, por ejemplo, en el caso representado en la Figura 33, sólo cuando se baja el resguardo **A** y se cierra totalmente, la leva **C** permite que el vástago se extienda y la válvula **D** cambie, accionando la prensa. Si mientras desciende la herramienta, se abre el resguardo, la válvula **D** es pulsada haciendo retroceder inmediatamente la herramienta.

El operario es el que realiza el desplazamiento del resguardo, al soltarlo, el muelle «B» se encarga de subirlo a la posición de inicio.

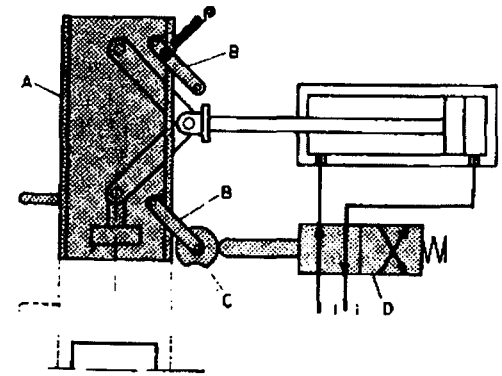


Figura 33

Resguardo motorizado

Es un resguardo móvil con dispositivo de enclavamiento o con dispositivo de enclavamiento y bloqueo, que se mueve por medios mecánicos, por ejemplo, por medio de motores o de cilindros neumáticos, y no por la fuerza humana o por efecto de la gravedad. Con este tipo de resguardo, además de cumplir las condiciones generales y/o particulares de los diferentes tipos de resguardos con enclavamiento, se debe garantizar que el resguardo no da lugar a nuevos peligros, debidos a: la presión de cierre que produciría aplastamiento; a la fuerza ejercida, que generaría también aplastamiento; a la velocidad, provocando golpe o las aristas vivas, que producirían cortes.

Para evitar lesiones por aplastamiento y por golpes, se debe limitar la fuerza ejercida por el resguardo y su energía cinética a 75 Newton y 4 Julios, respectivamente. Si el resguardo va asociado a un dispositivo sensible (Figuras 34, 35 y 36), al encontrar un obstáculo, dicho dispositivo ordena automáticamente la parada y/o la inversión del sentido de movimiento del resguardo. En este caso, los valores indicados pueden ser de 150 N y 10 J, respectivamente.



Figura 34

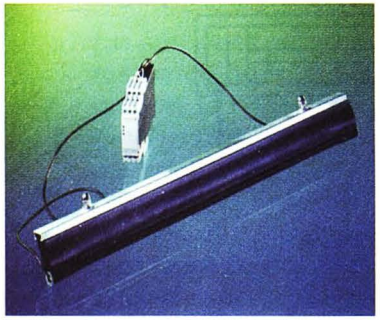


Figura 35

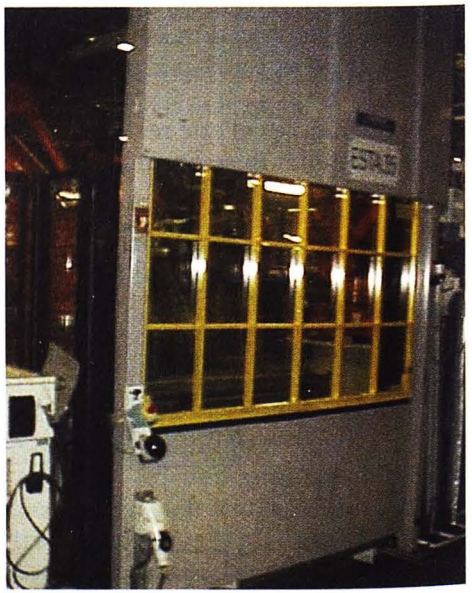


Figura 36

Las puertas y ventanas verticales es necesario que dispongan de un sistema de seguridad complementario, para evitar la caída del elemento móvil. Para ello se pueden utilizar: un sistema de trinquete, un paracaídas, una guía corredera dentada, etc.

Resguardos regulables y autorregulables

Resguardo regulable

Es un resguardo fijo o móvil que se puede regular en su totalidad o que alguna de sus partes son regulables. La regulación permanece fija mientras se realiza la operación.

Normalmente están destinados a limitar el acceso a los órganos móviles de trabajo o a la herramienta, cuando éstos no pueden hacerse totalmente inaccesibles.

La regulación del resguardo, en longitud o altura se ha de ajustar a la pieza a mecanizar (Figuras 37 y 38).

Es necesario el adiestramiento de los operarios para utilizar de forma adecuada los equipos con resguardos regulables.

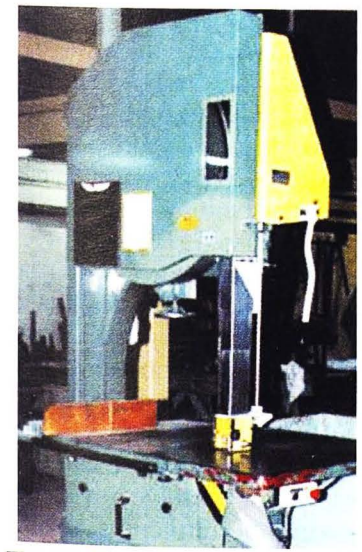


Figura 37. Resguardo regulable de una sierra de cinta.

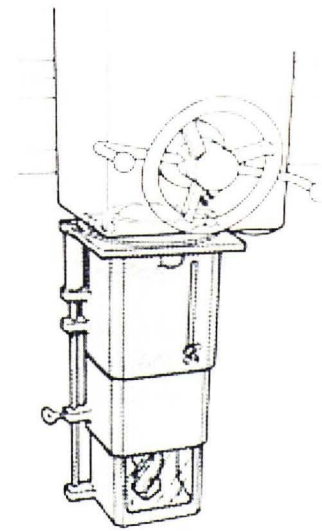


Figura 38. Resguardo regulable de un taladro.

En algunas aplicaciones, como puede ser una cadena de montaje, se puede aplicar el resguardo de la Figura 39, donde se protege lateralmente el acceso a partes peligrosas situadas en el interior del resguardo, a la vez que permite el paso del material productivo por su parte frontal.

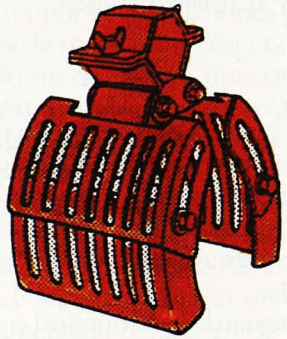


Figura 39

Resguardo autorregulable

Es un resguardo móvil, accionado por una parte del equipo de trabajo (por ejemplo, una mesa móvil) o por la pieza a trabajar o incluso por una plantilla, que permite el paso de la pieza (y, si ha lugar, de la plantilla, y después retorna automáticamente, por efecto de la gravedad, por acción de un muelle o de cualquier otra energía externa, a la posición de cierre tan pronto como la pieza trabajada ha liberado la abertura. El resguardo se abre lo mínimo imprescindible para permitir el paso de la pieza.

Se utiliza fundamentalmente en el sector de la madera, en máquinas tales como: cepilladoras, taladradoras, sierras de disco, sierras de cinta, etc.

Al igual que en el resguardo regulable, el hecho de que la pieza actúe parcialmente como medio de protección implica que, al finalizar determinadas operaciones, se haga necesario el uso de un empujador como elemento de seguridad complementario.

En la Figura 40 se observa que, durante la operación de canteado, el resguardo es separado de la guía por la pieza y vuelve automáticamente a cubrir toda la longitud del eje portaherramientas, una vez que ha pasado la pieza. Durante el cepillado (Figura 41), se repite el mismo proceso descrito anteriormente.

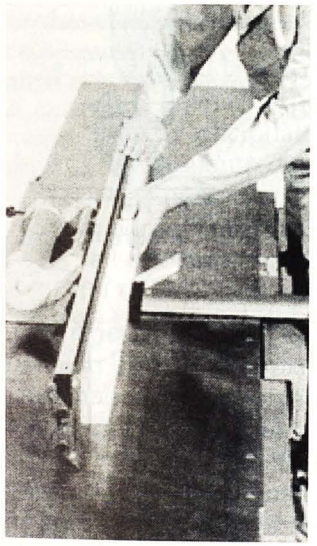


Figura 40

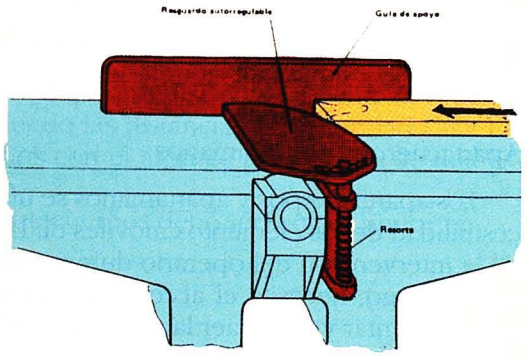


Figura 41

Otro ejemplo de aplicación es una sierra de disco, en la que a medida que el disco de sierra se aproxima a la pieza (Figura 42, elemento 1) el resguardo autorregulable se va introduciendo dentro del resguardo fijo, por medio de una articulación asociada al propio movimiento de bajada permitiendo liberar una zona de disco que actúa en la pieza a cortar.

Después retorna a la posición inicial de reposo al producirse el movimiento inverso.

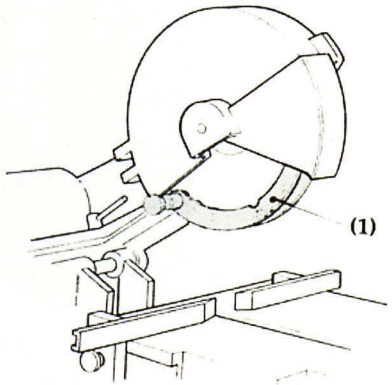


Figura 42. Resguardo autorregulable en una tronzadora automática.

En la sierra de cinta de la Figura 43 el resguardo autorregulable se acciona por el empuje de la propia pieza a cortar. Es necesario que el resguardo móvil, el cual soporta al resguardo autorregulable esté lo mas ajustado posible.

En este tipo de máquinas es necesario la utilización de empujadores.

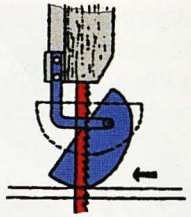


Figura 43

Apartacuerpos y apartamanos

Los apartacuerpos y apartamanos se utilizan para garantizar la inaccesibilidad de los elementos móviles de las máquinas que no precisan de la intervención del operario durante su funcionamiento, pero que, sin embargo, necesita el acceso del operario al punto de operación para alimentar y/o extraer la pieza correspondiente.

Se cosidera que el dispositivo retiramanos tiene grandes desventajas, siendo ineficaz y a veces, incluso peligroso, por lo que no se le tiene en cuenta como medio de protección en las máquinas que, por su propia acción o movimiento activan el dispositivo retiramanos. En estos casos, cualquier fallo en el sistema de barrido no detendría el movimiento peligroso de la máquina, por lo tanto, se incumplen las características de seguridad positiva.

Existen algunos modelos que están enclavados con el sistema de control, de forma tal que impiden el accionamiento de la máquina a menos que estén en posición de seguridad (cerrado). Este sistema se incluiría dentro del grupo de los resguardos asociados al mando.

En la Figura 44, se representa un sistema apartacuerpos. No será valido para aplicaciones en prensas o en cualquier otra máquina con movimientos rápidos.



Figura 44. Resguardo móvil (Apartacuerpos). Válido sólo para velocidades lentas.

Las condiciones que debe reunir el apartacuerpos son:

- El acceso a la zona de peligro se hará a través de la zona barrida por el apartacuerpos, y deberá cubrirse los huecos con resguardos fijos adicionales.
- El movimiento del apartacuerpos no creará riesgos de golpes o atrapamientos adicionales.
- Tendrá un movimiento tal que asegure el alejamiento del cuerpo del operario, manteniendo las distancias de seguridad UNE EN ISO 13857, relacionados con el alcance por encima de una estructura de protección.
- El movimiento del apartacuerpos debe ser lento y uniforme.

Criterios de selección de resguardos

La selección precisa de un resguardo, para un equipo de trabajo determinado, debe estar basada en la evaluación de riesgos correspondiente a dicho equipo de trabajo y en las características del trabajo a desarrollar, como por ejemplo, la frecuencia de apertura del resguardo. En el caso de su aplicación a los elementos móviles de un equipo de trabajo, la selección se realizará aplicando los criterios siguientes:

Número y la localización de los riesgos

a) Resguardos locales, que cierren cada zona peligrosa individualmente, si el número de zonas peligrosas a proteger es reducido. Esto permite acceder a las partes no peligrosas de la máquina para el ajuste, el mantenimiento, etc.
b) Un solo resguardo que encierre todas las zonas peligrosas si el número o tamaño de las zonas peligrosas es elevado. En este caso, en la medida de lo posible, se deberían situar los puntos de ajuste y de mantenimiento fuera de la zona con protección.
c) Resguardo distanciador parcial, si no es posible utilizar un resguardo envolvente y el número de zonas peligrosas es reducido.
d) Resguardo distanciador que rodee totalmente la máquina, si no es posible utilizar un resguardo envolvente y el número de las zonas peligrosas es importante.

Accesibilidad:

1. No se requiere el acceso durante la utilización. Se deberían utilizar resguardos fijos, debido a su simplicidad y fiabilidad. También será aplicable a los resguardos destinados a proteger contra los peligros generados por los elementos móviles de transmisión, por ejemplo, poleas, correas, engranajes, piñón cremallera, ejes, etc.

2. Sólo se requiere el acceso para ajustes de la máquina, corrección del proceso o mantenimiento. Se deberían de utilizar los tipos de resguardos siguientes:
   - Resguardo móvil si la frecuencia previsible de acceso es alta, por ejemplo más de una vez por turno, o si la retirada o la sustitución de un resguardo fijo fuera difícil. Los resguardos móviles se deben asociar a un dispositivo de enclavamiento o enclavamiento y bloqueo.
   - Sólo un resguardo fijo, si la frecuencia de acceso es baja, la sustitución del resguardo es fácil y se sigue un procedimiento de trabajo seguro para quitarlo y volverlo a poner.

3. Sólo se requiere el acceso durante el ciclo de trabajo. Se deberían de utilizar los tipos de resguardos siguientes:
   - Resguardo móvil con dispositivo de enclavamiento o de enclavamiento y bloqueo. Si se requiere el acceso en cada ciclo de trabajo y éste es muy corto, puede ser preferible utilizar un resguardo móvil motorizado.
   - Resguardo asociado al mando, si se cumplen las condiciones especiales para su utilización.

4. Debido a la naturaleza de la operación, no se puede prohibir totalmente el acceso a la zona peligrosa. Cuando las herramientas, por ejemplo, los discos de sierra, necesitan ser parcialmente accesibles, son convenientes los resguardos siguientes:
   - Resguardo de cierre automático (autorregulable).
   - Resguardo regulable.

Puede ser apropiado recurrir a una combinación de diferentes tipos de resguardos. Por ejemplo, si una máquina tiene varias zonas peligrosas y se requiere el acceso a una de ellas durante la fase de funcionamiento, la protección puede consistir en un resguardo fijo combinado con un resguardo móvil con dispositivo de enclavamiento.

Igualmente, a veces se puede requerir una combinación de resguardos con dispositivos de protección.

Para una mejor comprensión se facilita un resumen esquemático, donde se indica, en función de una serie de parámetros los resguardos más recomendados (Figura 45).

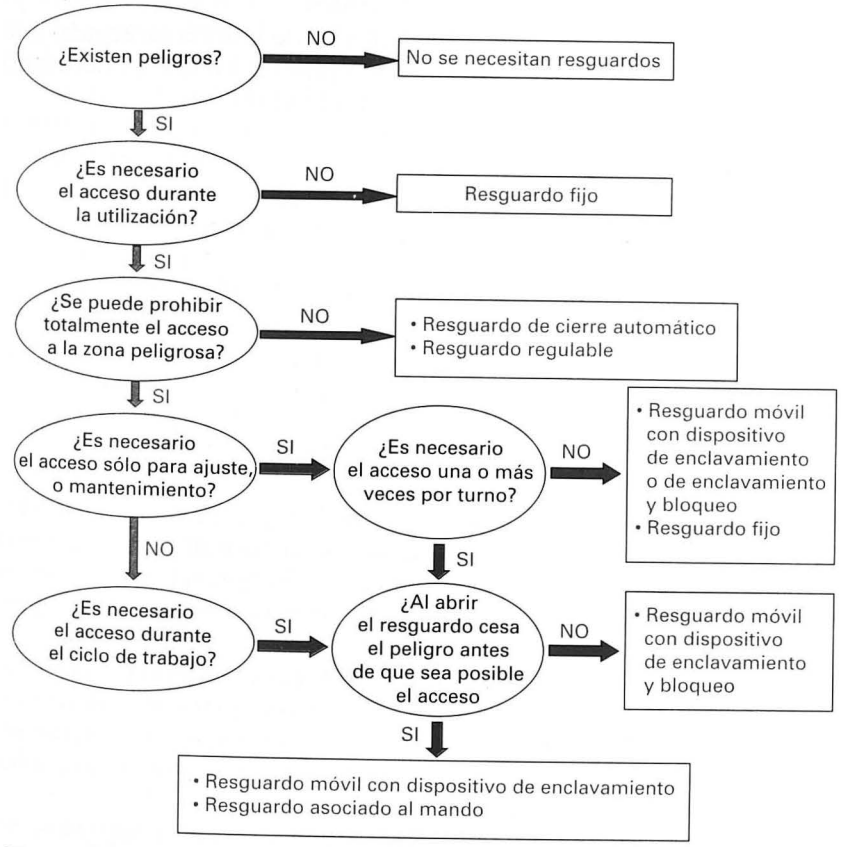


Figura 45. Guía para seleccionar resguardos contra los peligros generados por los elementos móviles.

Requisitos para el diseño y construcción de resguardos

En el diseño y aplicación de los resguardos es deseable considerar de manera apropiada el entorno de la máquina y su funcionamiento durante la vida previsible de la misma, no tener presente estos aspectos puede conducir a generar una máquina insegura o inmanejable y con ello incitar a los operadores a neutralizar los resguardos, acción nunca justificada ni admisible, creándose así situaciones de mayor riesgo.

Con el fin de reducir lo más posible el acceso a las zonas peligrosas, los resguardos y las máquinas se deben diseñar de manera que permitan las intervenciones rutinarias de ajuste, engrase y mantenimiento, sin abrir o desmontar los resguardos.

Cuando sea necesario el acceso al interior de la zona protegida, ésta debe estar lo más despejada posible. Ejemplos en los que es necesario el acceso a estas zonas pueden ser los siguientes:

- Carga y descarga.
- Cambio y ajuste de herramienta.
- Mediciones, calibraciones y tomas de muestras.
- Seguimiento visual del proceso.
- Intervenciones de mantenimiento y reparación.
- Engrase.
- Eliminación de residuos (por ejemplo, virutas, recortes, derrames).
- Desatascar obstrucciones.
- Trabajos de limpieza.

Cuando exista un riesgo previsible debido a la proyección de elementos desde la máquina (por ejemplo, fragmentos de herramientas o de piezas), el resguardo se debe diseñar y construir en la medida de lo posible, con materiales apropiados, que permitan retener dichas proyecciones.

Cuando exista riesgo de emisión de sustancias peligrosas, ruido, radiaciones o se pueda producir explosión, los resguardos se deben diseñar para retener o atenuar o contener los efectos de estos fenómenos, de tal forma que se garantice la protección de las personas contra estos peligros.

Para reducir al mínimo la necesidad de desmontar los resguardos, éstos se deben diseñar y construir de manera que proporcionen una adecuada visibilidad del proceso. El metacrilato no sería el material más adecuado cuando se requiere una alta visibilidad de la zona de trabajo, como por ejemplo para un trabajo de precisión, ya que este material presentaría problemas por su rallado, especialmente en máquinas de mecanizado, abrasión, etc., lo que dificultaría la visión necesaria.

Las partes desmontables de los resguardos se deben diseñar de manera que sus dimensiones y su peso permitan una fácil manipulación. Los resguardos que no se puedan manipular fácilmente a mano, deben permitir la incorporación de accesorios para su manutención con aparatos de elevación, como por ejemplo agujeros roscados para la colocación de cáncamos y deberá estar indicado su peso.

Los resguardos móviles o sus partes desmontables se deben diseñar de manera que sea fácil utilizarlos. La observación de principios ergonómicos contribuye a minimizar los esfuerzos físicos del operador, mediante muelles, contrapesos o elementos neumáticos.

Los resguardos motorizados no deben ser capaces de producir lesiones, tal y como ya se ha comentado en un apartado anterior.

Al seleccionar los materiales adecuados para la construcción de los resguardos, se tendrá en cuenta los aspectos siguientes:

- Sus propiedades se deben mantener durante toda la vida previsible del resguardo.
- Los soportes verticales, estructuras y materiales componentes de los resguardos, constituirán una estructura estable y rígida, resistente a la deformación. Estas características que deben comprobarse, especialmente si se compromete el mantenimiento de las distancias de seguridad.
- Solidez de las fijaciones, mediante puntos de fijación cuya resistencia, separación y número sean los adecuados para garantizar que el resguardo se mantiene en su posición ante cualquier solicitación previsible. La fijación se puede realizar mediante elementos de fijación mecánicos (abrazaderas, juntas soldadas o remachadas).
- Si se utilizan otros elementos de sujeción, cumplirán que no sean de fácil manipulación ya que requieran herramientas especiales para su retirada, y que éstas no se utilicen de forma habitual en el puesto de trabajo.
- Fiabilidad de las partes móviles, como por ejemplo, bisagras, correderas, manillas, pestillos, etc.

3. DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN

Es un medio de protección distinto del resguardo, que elimina o reduce el peligro antes de que pueda ser alcanzado.

El apartado de dispositivos de protección se comienza con los dispositivos de enclavamiento. Además de éstos, en este apartado se incluyen otros dispositivos, tales como: los sensibles, el mando a dos manos, la validación, el mando sensitivo, la parada de emergencia, la retención mecánica y los dispositivos limitadores de parámetros peligrosos.

Dispositivos de enclavamiento

Son dispositivos de protección destinados a impedir el funcionamiento de ciertos elementos de una máquina bajo determinadas condiciones.

Uno de los usos más extendidos en la técnica de seguridad es su utilización asociada a un resguardo. En este caso, el dispositivo generalmente impide las funciones o los movimientos peligrosos en tanto el resguardo no esté en posición de seguridad (cerrado), Figuras 46 y 47.

Los enclavamientos se pueden realizar con componentes de diferentes tecnologías. Así, para un determinado dispositivo la tecnología puede ser mecánica, eléctrica, hidráulica, neumática, o una combinación de ellas.

Las características de los dispositivos de protección están enunciadas en el apartado: Resguardo móvil con dispositivo de enclavamiento, de este mismo capítulo.

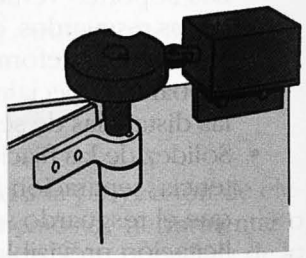


Figura 46

Criterios de selección

Los dispositivos de enclavamiento asociados al sistema de mando, son parte de este y están relacionados con la seguridad de la máquina, siendo compatibles con dicho sistema de mando.

Si se utiliza un dispositivo de enclavamiento asociado al circuito de potencia, los componentes deben tener un poder de corte adecuado, teniendo en cuenta todas las

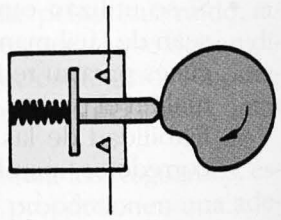


Figura 47

solicitaciones previsibles, como por ejemplo sobrecargas, cortocircuitos, etc.

Los dispositivos de enclavamiento deben ser adecuados para resistir los esfuerzos y las influencias externas propias de las condiciones previstas de utilización.

Los dispositivos de enclavamiento se deben elegir, construir y montar de manera que no se puedan neutralizar fácilmente.

Los dispositivos de enclavamiento se deberán elegir de acuerdo con los resultados de la evaluación del riesgo, (ver apartado de evaluación de riesgo de la primera parte de este capítulo). El riesgo a evaluar es el que aparecería si la función de seguridad asignada al dispositivo de enclavamiento no se realizara. El nivel de riesgo obtenido proporciona la información para determinar la categoría del dispositivo de enclavamiento, es decir, su resistencia a defectos o fallos y, en consecuencia, su comportamiento en el caso de que se produzca un defecto. Esto quiere decir que, para un nivel de riesgo bajo el sistema de enclavamiento será más sencillo que para el nivel de riesgo elevado, de tal forma que una persona que esté alimentando manualmente una máquina peligrosa, que dispone de un resguardo móvil con enclavamiento, la fiabilidad de este dispositivo tiene que ser máxima, pues el nivel de riesgo es muy alto.

Si la evaluación de riesgos justifica la utilización de un dispositivo de enclavamiento o de enclavamiento y bloqueo asociado a un resguardo móvil, dicho dispositivo debe impedir que una persona pueda acceder a los elementos peligrosos protegidos por el resguardo, mientras exista peligro. La selección de uno u otro dispositivo depende principalmente de la inercia de los elementos peligrosos (ver apartado de enclavamiento y enclavamiento y bloqueo de este capítulo). El dispositivo de enclavamiento con bloqueo es adecuado cuando existe una inercia importante de los elementos peligrosos. En otros casos puede ser también adecuado asociar a un dispositivo de enclavamiento otro de bloqueo, por ejemplo, cuando una apertura involuntaria o inadecuada del resguardo puede dar lugar a daños a la máquina, al producto a trabajar o a las herramientas, como en el caso de máquinas herramientas de Control Numérico.

Selección de categorías

Las partes del sistema de mando relativas a la seguridad deben ser conformes a los requisitos de una o varias de las 5 categorías especifi-

cadas más adelante en este capítulo. Estas categorías no están destinadas a utilizarse en un orden predeterminado o según una jerarquía dada en lo que respecta a los requisitos de seguridad.

La selección de una categoría para una parte dada del sistema de mando relativa a la seguridad depende esencialmente de:

- La reducción del riesgo esperada mediante la función de seguridad a la que dicha parte contribuye.
- La probabilidad de que ocurran uno o varios defectos en dicha parte.
- El riesgo existente en caso de defectos en dicha parte.
- La posibilidad de evitar uno o varios defectos en dicha parte.
- Las tecnologías utilizadas.

Ver el apartado de selección de categorías de mando en la primera parte de este capítulo.

En la Figura 48 se adjunta un resumen de los requisitos de las categorías, incluyendo el comportamiento del sistema y los principios para obtener la seguridad.

Para máquinas nuevas que se pongan en servicio, a partir de la fecha de entrada en vigor de la directiva 2006/42/CE, que tiene por objeto establecer las prescripciones relativas a la comercialización y puesta en servicio de las máquinas, con el fin de garantizar la seguridad de las mismas y su libre circulación. Transpuesto al Real Decreto 1644/08, será de aplicación la norma UNE-EN ISO 13849. Esta norma tiene un enfoque más probabilista a la hora de evaluar el sistema de mando relativo a la seguridad. Al concepto de categorías de seguridad utilizado en la norma UNE-EN 954-1, se le añaden otros parámetros cuantitativos que definen el Performance Level (PL) del sistema de mando relativo a la seguridad.

El (PL), además de las categorías, se determina a través de los siguientes parámetros:

- Tiempo medio hasta fallo peligroso.
- Grado de cobertura del diagnóstico, y
- Fallos de causa común

Categoría	Resumen de requisitos	Comportamiento del sistema	Principios para obtener la seguridad
B	Las partes del sistema de mando relativas a la seguridad y/o sus dispositivos de protección, así como sus componentes, se deben diseñar, construir, seleccionar, montar y combinar de acuerdo con las normas pertinentes de manera que puedan soportar las influencias esperadas.	Si se produce un defecto, este puede conducir a la pérdida de la función de seguridad.	Se caracterizan principalmente por la selección de los componentes.
1	Se deben aplicar los requisitos de B. Se deben utilizar componentes de eficacia probada y principios de seguridad de eficacia probada	La aparición de un defecto puede conducir a la pérdida de la función de seguridad, pero la probabilidad de que se produzca dicho defecto es menor que en la categoría B.	Se caracterizan principalmente por la selección de los componentes.
2	Se deben aplicar los requisitos B y utilizar los principios de seguridad de eficacia probada. La función de seguridad se debe comprobar a intervalos adecuados por el sistema de mando de la máquina.	• La aparición de un defecto puede conducir a la pérdida de la función de seguridad en el intervalo entre dos comprobaciones. • Mediante la comprobación se detecta la función de seguridad.	Se caracterizan principalmente por la selección de componentes.
3	Se deben aplicar los requisitos B y utilizar los principios de seguridad de eficacia probada. Las partes relativas a la seguridad se deben diseñar de manera que: • Un solo defecto en cualquiera de estas partes no conduzca a la pérdida de la función de seguridad, y • siempre que sea razonablemente factible, se detecte dicho defecto.	• Cuando se produce un solo defecto, la función de seguridad se desempeña siempre. • Algunos defectos se detectan, pero no todos. • La acumulación de defectos no detectados puede conducir a la pérdida de la función de seguridad.	Se caracterizan principalmente por la estructura.
4	Se deben aplicar los requisitos B y utilizar los principios de seguridad de eficacia probada Las partes relativas a la seguridad se deben diseñar de manera que: • Un solo defecto en cualquiera de estas partes no conduzca a la pérdida de seguridad, y • se detecte dicho defecto en el momento de, o antes de, la siguiente solicitación de la función de seguridad. Si esto no es posible, una acumulación de defectos no debe conducir a la pérdida de la función de seguridad.	• Cuando se producen los defectos, la función de seguridad se desempeña siempre. • Los defectos se detectan a tiempo para impedir la pérdida de la función de seguridad.	Se caracterizan principalmente por la estructura.

Figura 48

Métodos de enclavamiento

Estos cinco niveles de categoría podrán actuar, realizando un enclavamiento en el sistema de mando o sobre el circuito de potencia de las máquinas.

- Enclavamiento asociado al sistema de mando. La orden que proviene del dispositivo de enclavamiento se introduce en el sistema de mando de manera que éste desencadena la interrupción de la alimentación de energía de los accionadores o la desconexión mecánica entre los elementos móviles y los accionadores.
- Enclavamiento asociado al circuito de potencia. La orden que proviene del dispositivo de enclavamiento, interrumpe la alimentación de energía de los accionadores o desconecta los elementos móviles de los accionadores.

Con el mismo nivel de categoría, un enclavamiento asociado al circuito de potencia siempre mejorará la fiabilidad, respecto al enclavamiento asociado al sistema de mando, ya que existe menos componentes expuestos al fallo.

En la primera parte de este capítulo (Maquinas 1) aparecen técnicas y principios para prevenir fallos en el circuito de mando, (ver apartado de prevención de fallos de los sistemas de mando), donde se hace especial hincapié en las fugas eléctricas a masa.

Actualmente, la electrónica ha entrado de lleno en el campo de la seguridad y ya se encuentran máquinas con dispositivos de seguridad controlados por autómatas de seguridad, independientemente de la categoría requerida por la máquina o equipo, Figura 49.

ENCLAVAMIENTOS ASOCIADOS AL SISTEMA DE MANDO

Tipos de enclavamiento

Las técnicas de enclavamiento ofrecen un amplio espectro de posibilidades tecnológicas, a la vez que pueden servir para hacer una clasificación como la siguiente:

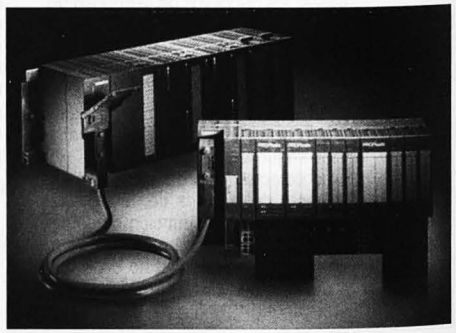


Figura 49

- Dispositivos de enclavamiento con detectores accionados mecánicamente:
  - Con detectores accionados por levas.
  - Con detectores accionados por lengüeta.
- Dispositivos de enclavamiento con detectores no accionados mecánicamente:
  - Con interruptores magnéticos.
- Sistemas con llave(s):
  - Sistemas de llave cautiva.
  - Sistema de transferencia de llave.
- Sistema con clavijas y bases.

ENCLAVAMIENTOS ACCIONADOS MECÁNICAMENTE

Detectores accionados por levas (interruptores de posición)

Un interruptor de posición transforma las posiciones mecánicas de elementos móviles de las máquinas en señales eléctricas.

Estos interruptores pueden funcionar en modo de accionamiento positivo o negativo. En la Figura 50, se representan esquemáticamente ambos modos de funcionamiento.

En el interruptor «A« los contactos son abiertos por una acción mecánica directa de la leva, mientras el resguardo está abierto, cuando el resguardo está cerrado, el detector cambia de estado por la acción de un muelle. En este tipo de interruptor, en caso de suciedad, rotura de muelle o accionamiento anormal, se produce la desconexión, asimismo en caso de contactos soldados, la acción de la leva asegura la rotura del contacto. Este interruptor está montado en modo de accionamiento positivo.

El interruptor «B» por el contrario, está montado en modo de accionamiento negativo, pues los contactos son abiertos por la acción de un resorte y en caso de rotura del mismo, no se produciría la desconexión. Asimismo,

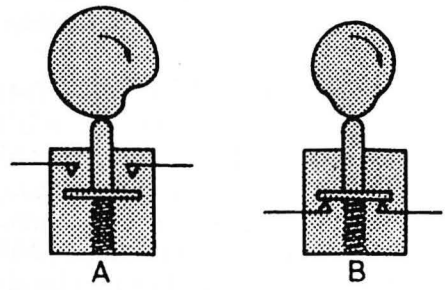


Figura 50. Interruptores de posición.

accionamientos por otras causas distintas de la leva provocarían el cierre de los contactos y posibilitarían la puesta en marcha de la máquina (burlado del dispositivo).

ACCIÓN MECÁNICA POSITIVA. Cuando un componente mecánico al desplazarse arrastra inevitablemente a otro componente, bien por contacto directo o por medio de elementos rígidos, se dice que este segundo componente es accionado según el modo positivo por el primero.

MANIOBRA POSITIVA DE APERTURA DE UN ELEMENTO DE CONTACTO. La separación de los contactos es el resultado directo de un desplazamiento definido del auxiliar de mando del interruptor a través de piezas no elásticas, por ejemplo sin muelles intermedios.

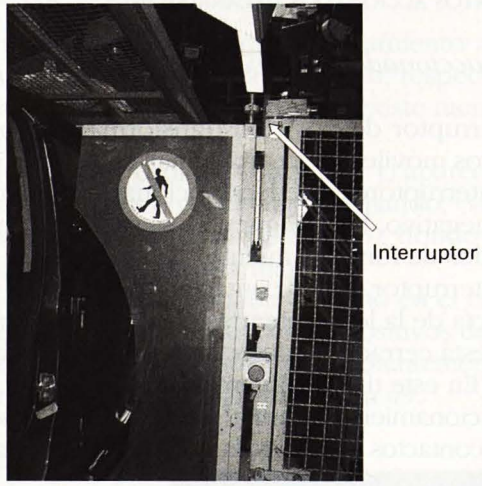


Figura 51

Cuando el accionamiento se realiza mediante una leva, el montaje correcto sería el representado en la Figura 51, de tal forma que al comenzar el recorrido de apertura del resguardo (giro de la puerta), se acciona el interruptor produciendo la desconexión de la máquina. Es necesario un correcto montaje tanto de la leva como del interruptor para evitar accionamientos intempestivos por falta de alineación de ambos equipos. También la rotura de la leva o un desgaste excesivo de la misma provocaría una situación de pérdida de la función de seguridad.

Por el contrario, el montaje de la Figura 52, realizado con un interruptor de accionamiento negativo, presenta grandes posibilidades de fallo o anulación, tal como se ha visto anteriormente.

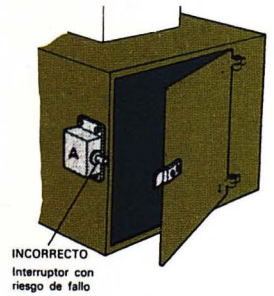


Figura 52

En la Figura 53 aparece la secuencia del funcionamiento de los interruptores, tanto en modo negativo como positivo y el estado de la máquina asociado a la posición del resguardo.

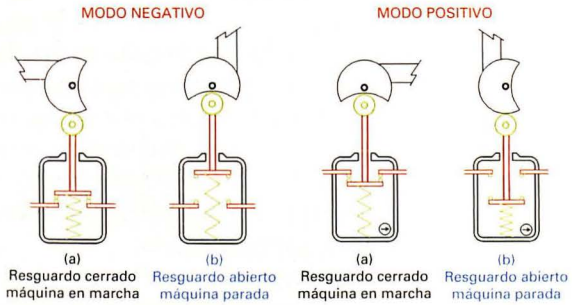


Figura 53

Cuando el dispositivo de protección está constituido por un solo interruptor de posición, deberá ser accionado según el modo positivo y los contactos de apertura del interruptor de posición deben ser del tipo de «maniobra positiva de apertura». Estos interruptores irán marcados con un símbolo característico. Figura 54.

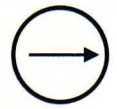


Figura 54

Si se usan dos interruptores de posición, funcionando según modos opuestos lo que se denomina redundancia heterogénea, uno de modo negativo y el otro de modo positivo (Figura 55), se evita los fallos en modo común es decir el mismo fallo en ambos elementos y además los posibles fallos que puedan darse en un solo detector en modo positivo.

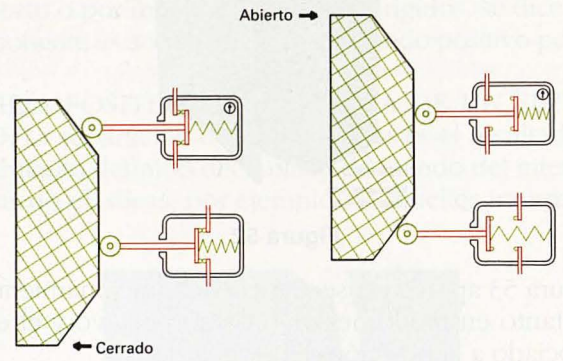


Figura 55

Actualmente existe en el mercado una amplia gama de interruptores de seguridad, donde las combinaciones son numerosas, tanto por el número de contactos (desde 1 hasta 3), como por su tipo de contacto, (contacto normalmente abierto «CNA» y normalmente cerrado «CNC»). Los contactos normalmente cerrados son de modo positivo, apertura o guía forzada y se caracteriza por que no hay elementos elásticos, es decir que toda la cadena de transmisión es rígida.

Si los contactos son de guía forzada o unidos mecánicamente, los contactos «NC» y «NA» de una pareja de contactos no pueden estar simultáneamente cerrados (Figura 56), y permite detectar los fallos por ejemplo en el caso de un contacto soldado.

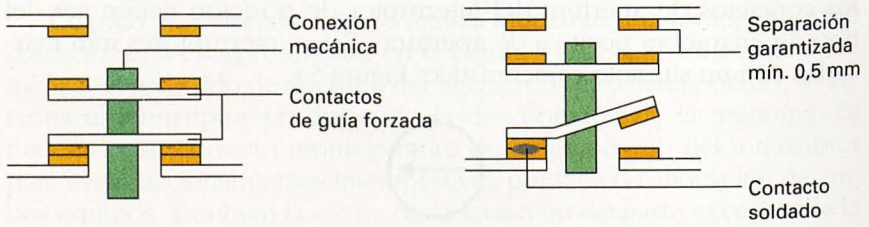


Figura 56

En la Figura 57, aparece una gama de interruptores de seguridad.

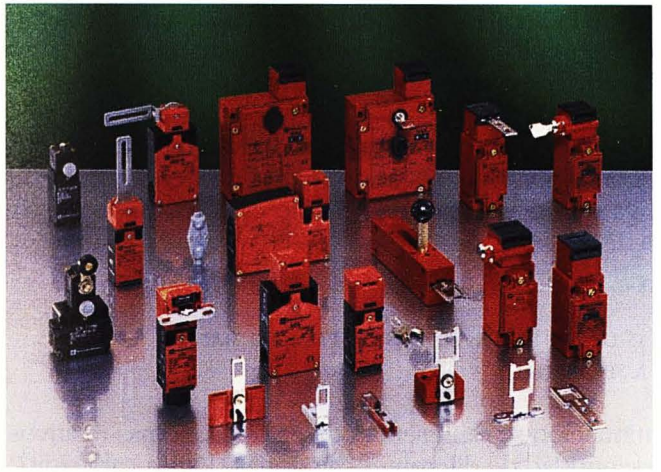


Figura 57

En la Figura 58 aparecen los requerimientos mínimos en cuanto a número de interruptores (micros) y características de los contactos para las diversas categorías de riesgo.

CATEGORÍA DE RIESGO (EN 954)	N.º DE MICROS	CARACTERÍSTICAS		
Categorías B y 1	1	1. C.N.A 1. C.N.C	Seguridad negativa Seguridad positiva	
Categoría 2 Autocontrol	1	2. Contactos 1. C.N.C 1. C.N.A	Contacto de seguridad Seguridad positiva Contacto de supervisión	
Categoría 3 Redundancia	2	1. C.N.A 1. C.N.C	Seguridad negativa Seguridad positiva	Dobles contactos
Categoría 4 (2 y 3)	2	1. C.N.A 1. C.N.C	Seguridad negativa Seguridad positiva	Dobles contactos

Figura 58

En categorías 3 y 4 se requiere sistemas redundantes, debe serlo tanto la parte eléctrica como su parte mecánica, ya que por ejemplo, una rotura de la leva en un micro con una cámara de dos contactos, permitiría el funcionamiento del equipo con la puerta abierta. La redundancia mecánica implica la colocación de dos micros de seguridad.

Cuando en un resguardo móvil se colocan dos micros de seguridad (categorías 3 y 4), el segundo micro, no tiene porqué ser igual al primero, ya que podría ser de un solo contacto y de apertura negativa.

Categorías de las partes de los sistemas de mando relativas a seguridad

A continuación se representan diversos esquemas relativos a los circuitos de seguridad de diferentes categorías (lógica cableada). En todos ellos existe:

- Un resguardo móvil con enclavamiento.
- Paro de emergencia (PE1).
- Fusible (F).
- Disyuntor (Q).
- Contactor de potencia (KM).
- Órganos de accionamiento de marcha y paro (S2, S1).

Categoría 1

En la Figura 59 a, con el paro de emergencia sin activar (PE1 cerrado), el resguardo cerrado (S3 cerrado) y el disyuntor conectado (Q1 cerrado), el motor está en condiciones de arranque. Al pulsar S2 se cierra el contactor de potencia KM1, que queda enclavado por uno de sus contactos, y el motor arranca. Pulsando S1 el motor para. El arranque del motor sólo es posible por la activación del contactor de potencia KM1.

Al solicitar la función de seguridad (pulsando la seta de emergencia o por apertura del resguardo) el motor se para, y no se puede poner de nuevo en marcha si no establecen las condiciones iniciales de arranque.

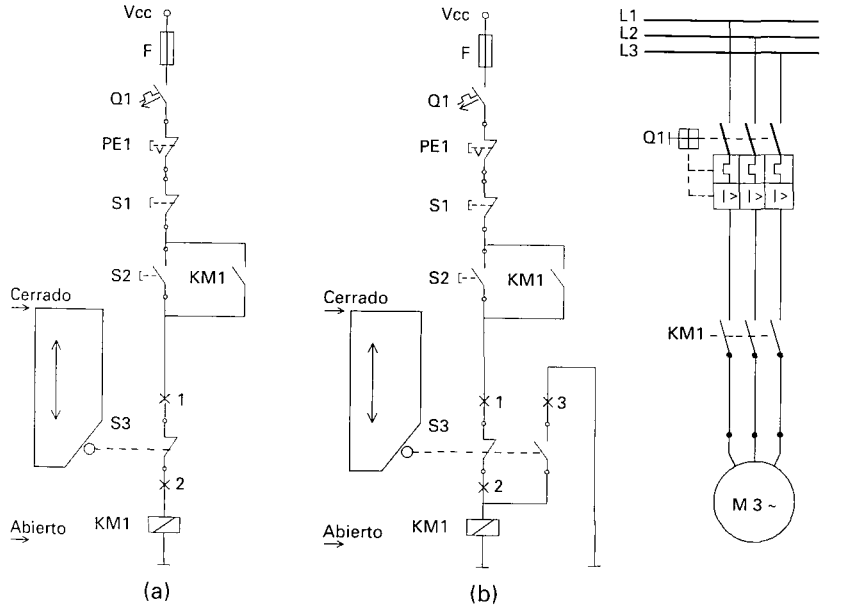


Figura 59

Si se abre el resguardo con la máquina en marcha, cae KM1 y se para el motor. Si la máquina está parada y el resguardo abierto, no se puede poner en marcha el motor. Cerrar el resguardo, no genera la puesta en marcha de la instalación.

Tanto el final de carrera S3, como el paro de emergencia PE1, son de maniobra de apertura positiva. El contactor de potencia KM1 es de guía mecánica de apertura positiva.

Con el circuito de la Figura 59 b, se ha corregido uno de los defectos que no podía detectar (circuito Figura 59 a), el puente en el final de carrera del resguardo. En caso de producirse un puente entre 1 y 2 (por ejemplo por soldadura del cable que alimenta al detector), el circuito no lo detectaría. Pero al abrir el resguardo se origina un cortocircuito, que hace saltar el fusible impidiendo una nueva puesta en marcha de la instalación. Si el puente se produce entre 1 y 3, el cortocircuito es instantáneo y el motor para inmediatamente sin necesidad de esperar a abrir el resguardo Se podría decir que tiene un principio de autocontrol.

Además, tiene otra ventaja añadida, al abrir el resguardo se pone la bobina en paralelo a masa, asegurando que nunca se pondrá en marcha el motor con el resguardo abierto.

Categoría 2

Después de una parada, ya sea emergencia (PE1) o normal, por ejemplo para el cambio de turno, pulsando (S1) caerá la tensión de maniobra. Entonces KA1 pasará a OFF dejando el motor parado y no permitiendo un nuevo arranque si no se vuelve a condiciones iniciales de arranque.

Para iniciar el ciclo, se deberá previamente rearmar la máquina, de tal forma que el operador abrirá el resguardo para que el sistema de mando compruebe que no tiene ningún fallo en el detector (1.er test). Al cerrarlo, el sistema vuelve a comprobar las conexiones (2.º test). Sólo si los dos test no dan defectos, se podrá poner en marcha el motor. Figura 60.

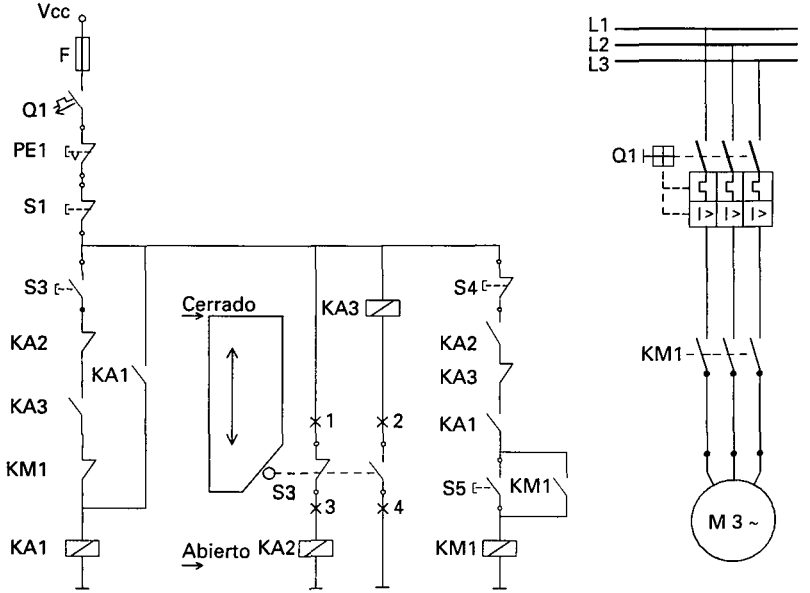


Figura 60

La comprobación cíclica del sistema de mando, consiste en verificar tras cualquier parada (normal o de emergencia) el correcto funcionamiento del elemento de seguridad (resguardo) y autochequea las conexiones. Esta comprobación cíclica se denomina autocontrol.

Categoría 3

Para poner en marcha el motor tienen que estar el disyuntor cerrado (Q1), el pulsador de paro y el de paro de emergencia en reposo (S1 y PE1) y el resguardo cerrado (S3 en reposo y S4 activado). Figura 61 a.

Sólo en estas condiciones, al pulsar S2 se activan los contactores de potencia KM1 y KM2, que quedan enclavados por sendos contactos en serie. Entonces el motor arranca. Al pulsar S1 el motor se parará.

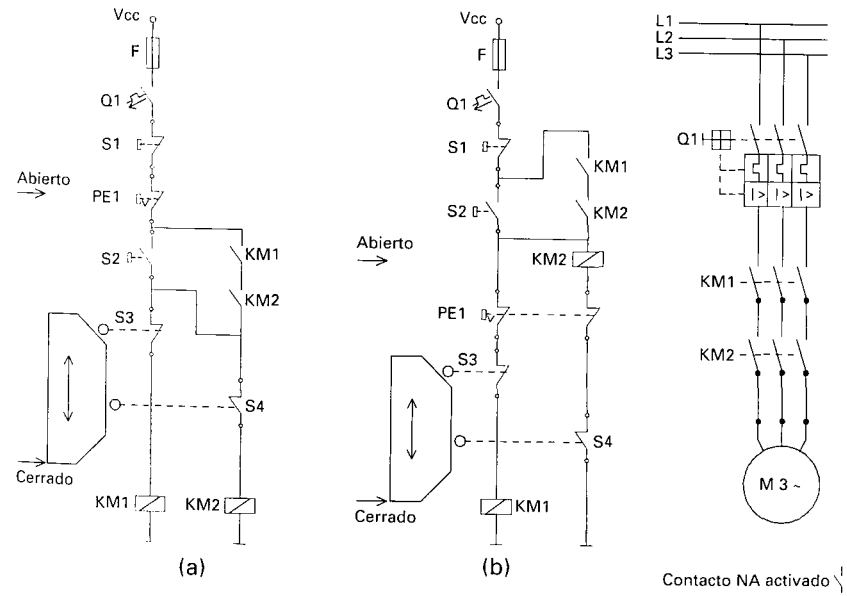


Figura 61

KM1 y KM2 sólo se pueden activar si el resguardo está cerrado. Por lo tanto, con la instalación parada y el resguardo abierto, no se podrá poner en marcha el motor. Si el motor ya estuviera en marcha, al abrir el resguardo se pararía.

El paro de emergencia (PE1) pulsado no permite la activación de los contactores de potencia. El motor no podrá arrancar si no se desbloquea el paro de emergencia.

El final de carrera S3 y el paro de emergencia PE1, son de maniobra de apertura positiva. El final de carrera S4 es de maniobra de apertura negativa.

El resguardo que actúa sobre los finales de carrera en modo combinado.

Los contactores de potencia son de guía mecánica forzada.

Con el circuito de la **Figura 61 b,** se incrementa la seguridad de la instalación ya que:

- Se hace redundante el circuito del paro de emergencia.
- Se ponen las bobinas de los contactores de potencia en alimentación cruzada.

Se consigue que con un puente en un canal del circuito del paro de emergencia se mantenga la función de seguridad, a pesar de que no se detectaría. Sería necesario efectuar un mantenimiento preventivo de seguridad.

Además, se previenen los puentes entre los canales en el circuito del paro. Porque cada canal lleva una polaridad diferente y los puentes darían lugar a cortocircuitos en la maniobra, con la consiguiente caída de los contactores de potencia.

Categoría 4

El circuito que se presenta tiene redundancia y autocontrol en la maniobra del resguardo, pero sólo con redundancia en la maniobra del paro de emergencia (Figura 62).

Para poner en marcha el motor, el operador debe realizar el ciclo de autocontrol del resguardo y dejar la máquina en condiciones iniciales de arranque. El autocontrol se realiza de la siguiente manera:

1.º Abrir el resguardo. Se activan KA3 y KA5 y se desactivan KA2 y KA4.
2.º Pulsar el rearme S3. Si no hay defectos en los detectores de posición del resguardo y en los contactores de potencia KM1 y KM2, se activará KA1.
3.º Cerrar el resguardo. Si sigue sin haber defectos en los detectores de posición, se cerrará el circuito de maniobra que permite activar los contactores de potencia.

En estas circunstancias la instalación estará preparada para el arranque.

Pulsando S4 se conecta el motor, al pulsar S2 el motor se para. S2 y S4 gobiernan la maniobra sin eliminar las condiciones iniciales de arranque y sin actuar sobre las funciones de seguridad.

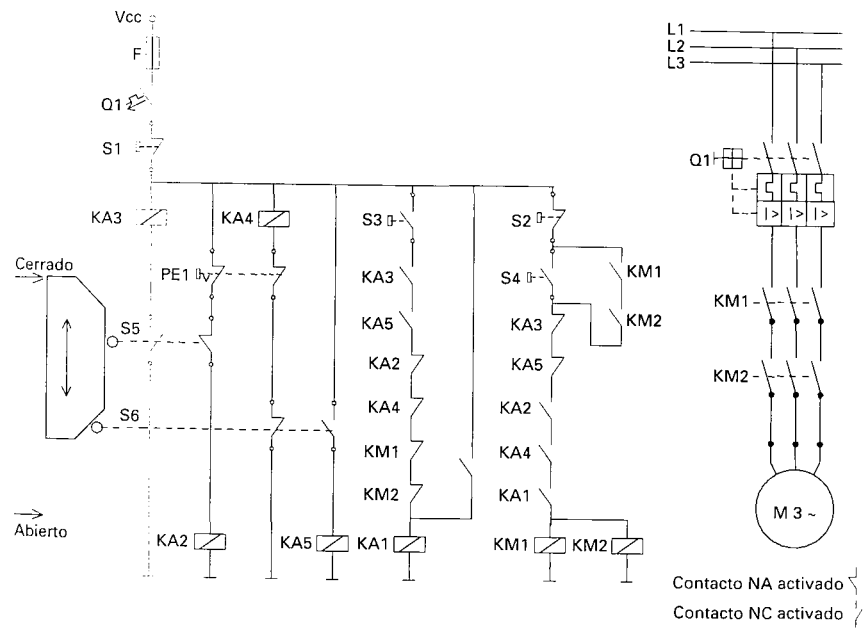


Figura 62

Pero al pulsar el paro de emergencia PE1, o al abrir el resguardo, o al pulsar el paro general S1, caerá toda la maniobra y, además de parar el motor, deja a la instalación fuera de las condiciones iniciales de arranque. Para tener la máquina preparada de nuevo habrá que repetir el proceso de rearme.

El final de carrera S6 y el paro de emergencia PE1, son de maniobra de apertura positiva. El final de carrera S5 es de maniobra de apertura negativa.

Los contactores de potencia son de guía mecánica forzada y están dispuestos en serie según el principio de redundancia de las salidas.

Los contactores del resguardo están montados en alimentación de bobinas cruzada para evitar puentes entre los contactos de cada detector ya que es más probable los puentes en su cableado.

A continuación se representan varios esquemas con módulos de seguridad.

En la Figura 63, hay un ejemplo de una maniobra de categoría 3, para el enclavamiento entre un resguardo móvil y el motor de accionamiento de una devanadora.

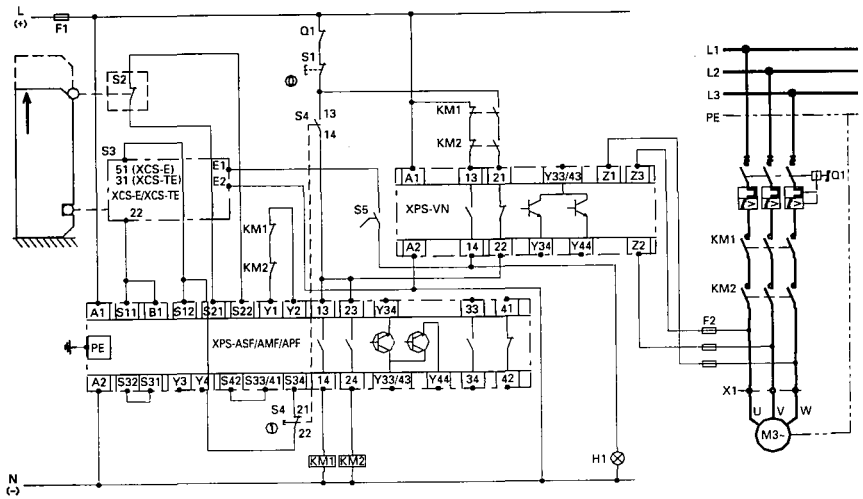


Figura 63

En este sistema existe una puerta enclavada con dos micros de seguridad (S2 y S3), que está conectada a dos módulos de seguridad.

En la utilización de estos módulos o relés de seguridad es necesario realizar las conexiones indicadas por el fabricante de los módulos de seguridad.

Es importante observar el corte en el circuito de potencia, controlado por el módulo de seguridad.

En la Figura 64, hay un ejemplo de una maniobra de categoría 4, para el enclavamiento y bloqueo entre un resguardo móvil y el motor de accionamiento de una devanadora.

En este sistema existe una puerta con enclavamiento y bloqueo, que está conectada a un módulo de seguridad.

Después de conectar el circuito, es preciso abrir y volver a cerrar el el resguardo de protección para comprobar que los dispositivos están bien conectados. Esta función también puede simularse con el pulsador de rearme en algunos módulos.

Este módulo de seguridad controla el funcionamiento de dos interruptores de posición, uno de ellos con enclavamiento y bloqueo (S1 y S2).

Con la utilización de estos módulos es necesario realizar las conexiones que indica el fabricante.

El módulo de seguridad, también realiza el corte en el circuito de potencia.

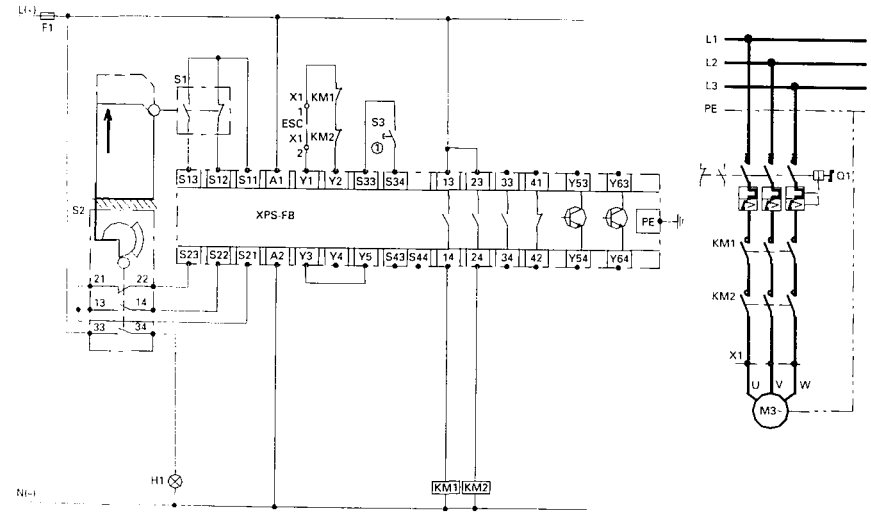


Figura 64

Ejecución y montaje de los detectores de posición

Los detectores se deben montar de manera que estén convenientemente protegidos, de tal manera:

- Los elementos de sujeción de los detectores de posición deben ser fiables y para aflojarlos se requerirá una herramienta que no esté disponible en el puesto de trabajo.
- El empleo de agujeros ranurados que permiten la regulación, debe estar limitado al ajuste inicial.
- Se debe adoptar medidas para mantener los detectores efectivamente en su posición después del ajuste, por ejemplo mediante pasadores.

Debe ser posible remplazar los detectores sin que sea necesario realizar nuevos ajustes.

Otros requisitos que deben de cumplir son:

- El desplazamiento producido por la acción mecánica se debe mantener dentro de los límites especificados de funcionamiento del detector, con el fin de garantizar un buen funcionamiento e impedir sobrerrecorridos.

- El desplazamiento del resguardo antes de que el detector de posición haya cambiado de estado no debe ser suficiente para reducir su efecto de obstáculo (acceso a las zonas peligrosas).
- Se debe evitar que el detector y su órgano de accionamiento se aflojen o puedan ser fácilmente desajustados.
- El soporte será suficientemente rígido para garantizar el funcionamiento correcto del detector de posición.
- Los detectores de posición no deben ser utilizados como topes mecánicos.
- Se debe garantizar la accesibilidad a los detectores de posición para operaciones de mantenimiento.

Las levas con movimiento lineal o con movimiento rotativo (Figura 46), destinadas a actuar sobre los detectores de posición accionados mecánicamente deben ser diseñadas de manera que:

- Se mantenga de manera efectiva en su posición y estén sujetas por elementos que requieran el uso de una herramienta para aflojarlos.
- Sólo se puedan montar en la posición correcta.
- No dañen al detector ni perjudiquen su durabilidad.

En la Figura 65, aparecen detectores de posición con algunas características que favorecen el montaje, como por ejemplo la cabeza

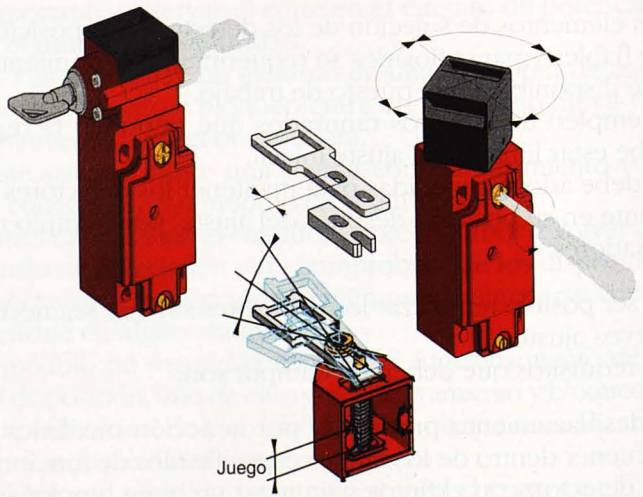


Figura 65

orientable o aspectos de seguridad como puede ser la cabeza solidaria al cuerpo, sin riesgo de cambio de estado de los contactos. También deberán poseer el grado de protección eléctrica (IP) adecuado.

Es necesario una adecuada ejecución de la instalación para eliminar los fallos por vibraciones, suciedad, etc. En la Figura 66 se representan los condicionantes principales que se deben tener presente en la ejecución de la instalación.

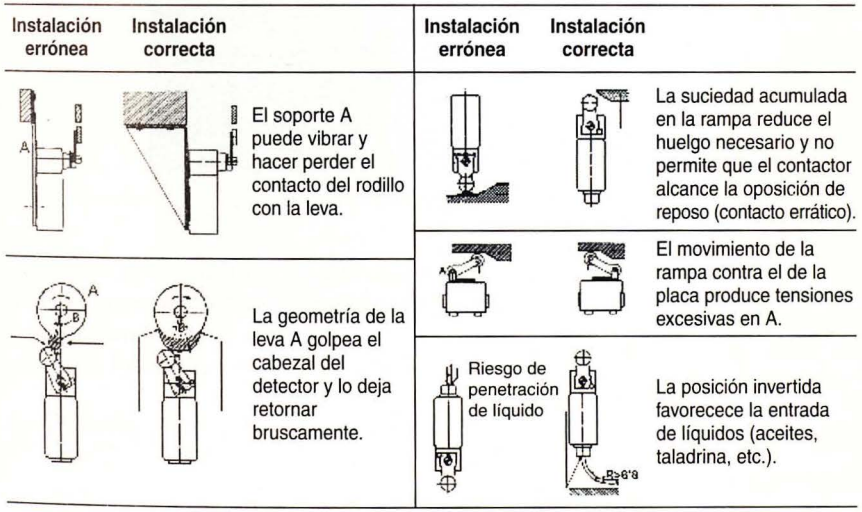


Figura 66

Detectores accionados por lengüeta

Generalmente, en este tipo de interruptores, el actuador en forma de lengüeta se fija en la parte móvil del resguardo, actuando así, en forma positiva sobre la combinación de levas del interruptor, que está instalado en la parte fija de la máquina.

En la Figura 67, hay una puerta con enclavamiento, el resguardo móvil «A» de acceso a una célula robotizada, el interruptor está en la parte fija «B». En esta instalación los robots son electromecánicos, al abrir el resguardo se genera una parada de los movimientos peligrosos. En robots que no memorizan la situación anterior a la parada, de estos, sería necesario disponer de un sistema de enclavamiento y bloqueo, de tal forma que hasta el final del ciclo, no se pueda abrir el resguardo para no dañar ni las instalaciones ni la producción.

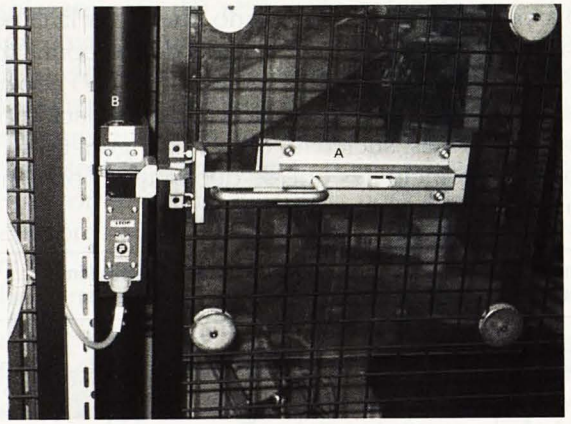


Figura 67

El elemento de interrupción del circuito sólo garantiza la continuidad del circuito cuando la lengüeta está insertada en el detector. Cuando se retira la lengüeta, al abrir el resguardo, ésta acciona el mecanismo en modo positivo, abriendo el elemento de interrupción del circuito, Figura 68.

Un pequeño desplazamiento del resguardo basta para provocar el cambio de estado del detector.

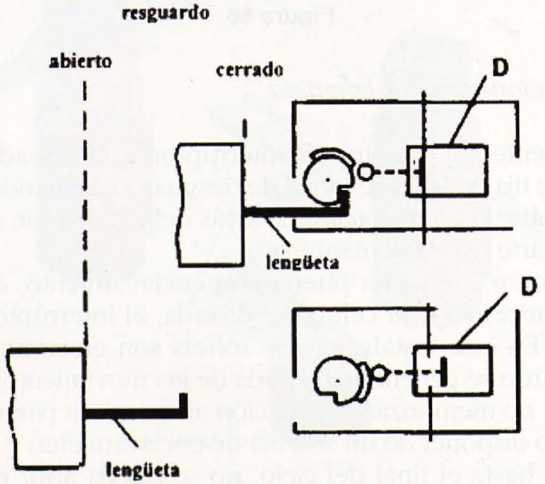


Figura 68

Se debe evitar su neutralización utilizando una lengüeta que no esté unida al resguardo, Figura 69.

El diseño e instalación de este detector contemplará uno o varios sistemas que dificulten la neutralización con herramientas simples; tales como alicates, destornilladores, alambres, etc.

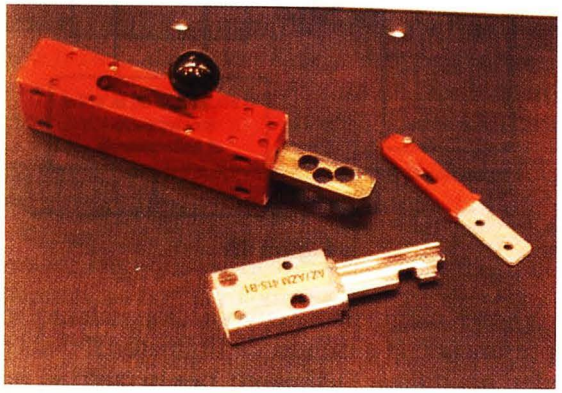


Figura 69

Se puede lograr un nivel superior de protección contra la neutralización, mediante:

- Un obstáculo físico o una pantalla que impida la introducción de órganos de accionamiento de repuesto en el interruptor.
- Un montaje permanente por medio de soldadura o remachado de la lengüeta con el resguardo, con el fin de hacer más difícil su desmontaje.

Enclavamientos no accionados mecánicamente

Interruptores magnéticos

Es un imán codificado, montado en el resguardo, que acciona dos interruptores reed, uno normalmente abierto y otro normalmente cerrado y efectúa la verificación automática de los interruptores magnéticos a cada ciclo de conmutación, Figura 70. Un interruptor reed se compone de ampollas reed, que trabajan como contactos y están envueltos en pequeños tubos de cristal sellados con gas, y el magnético, que trabaja como un actuador que puede cerrarse.

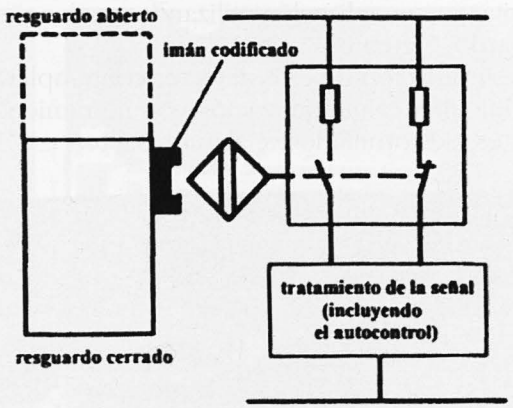


Figura 70

Los interruptores magnéticos, cuyo accionamiento se basa únicamente en la presencia o la ausencia de un material detectable o de un imán, se pueden neutralizar fácilmente, por lo tanto su manera de instalarlo debe oponerse a su neutralización. Cuando existe un riesgo de que se utilice un sustituto de accionador para neutralizar el sistema, es conveniente introducir un obstáculo en la disposición mecánica que impida utilizar el sustituto de accionador para actuar sobre el detector.

La norma EN 1088, sobre los dispositivos de enclavamiento asociados a resguardos y sus principios para el diseño y selección, permite el uso de interruptores magnéticos o detectores de proximidad, para resolver los problemas relativos a la utilización de interruptores accionados mecánicamente en los siguientes casos:

1. Cuando un resguardo se puede retirar completamente de la máquina.
2. En condiciones ambientales que requieran un interruptor estanco.

Cuando se utilicen este tipo de interruptores, la seguridad proporcionada debe ser al menos igual a la que garantizan los interruptores de posición accionados mecánicamente. Se puede obtener esta seguridad:

- Minimizando las posibilidades de neutralización, es decir evitando el accionamiento intencionado efectuado a mano o con un objeto fácilmente disponible (imán).
- Evitar aplicaciones en las que presenten vibraciones.

- Utilizar técnicas y principios de diseño, como:
  - — Redundancia, especialmente la redundancia heterogénea, es decir el uso de diferentes tecnologías en los elementos de detección, y evitar fallos en modo común.
  - — Autocontrol.
- Inmunidad contra las perturbaciones, de forma que su funcionamiento no sea afectado por los campos externos previsibles.
- Adoptar precauciones para evitar un mal funcionamiento debido a fluctuaciones de tensión, sobretensiones transitorias, etc.

Los interruptores magnéticos no deben utilizarse para funciones de enclavamiento sin las precauciones anteriores, porque pueden presentar fallos.

Recientemente, algunos fabricantes han puesto en el mercado interruptores magnéticos con la máxima categoría de seguridad, por tanto, siempre que se cumplan las condiciones anteriormente descritas en diseño y selección, se puede utilizar este dispositivo para cualquier situación de riesgo.

En la Figura 71 aparece un resguardo sensitivo en una ventana vertical motorizada de una cizalla. Es necesario un adecuado tratamiento de la señal.



Figura 71

SISTEMA CON LLAVES

Llave cautiva

Están constituidos por una cerradura combinada con un interruptor, accionado mediante llave.

Esta llave se fija al resguardo y el cuerpo del cerrojo e interruptor se sitúan en el cuerpo de la máquina, (Figura 72).

El principio de funcionamiento del dispositivo de enclavamiento por llave cautiva se describe por la secuencia de las operaciones necesarias para abrir el resguardo:

1. Encajar la llave en la cerradura, para lo cual el resguardo deberá estar totalmente cerrado.
2. Girar para cerrar el resguardo.
3. Un segundo giro acciona el interruptor. En esta posición la llave no se puede extraer de la cerradura, está cautiva en ella.

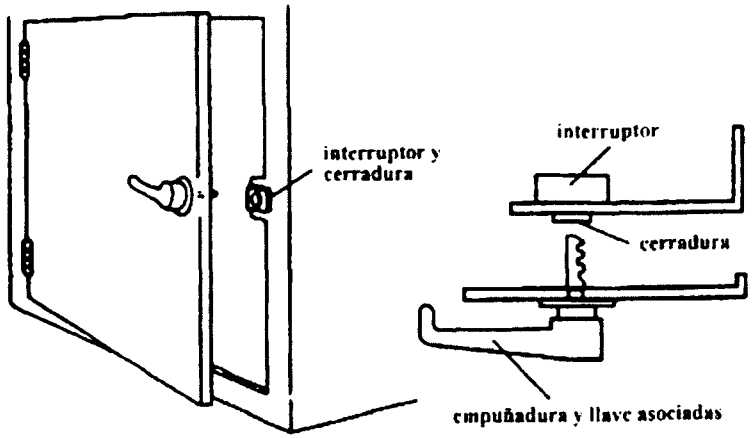


Figura 72

Este dispositivo garantiza que el elemento de apertura del circuito, se abrirá antes de que se pueda abrir el resguardo, por lo tanto con el resguardo abierto se debe asegurar que la máquina esté parada.

Este sistema se puede combinar con un elemento temporizador, de esta forma se transforma en un dispositivo de enclavamiento y bloqueo, para aquellas máquinas con movimiento de inercia.

Interruptores por transferencia de llaves

Es un dispositivo de enclavamiento basado en el principio de la transferencia de llave entre un elemento de mando y una cerradura instalada en el resguardo que es el dispositivo de bloqueo del resguardo.

En el sistema de interruptor por transferencia de llave, la cerradura del resguardo y el interruptor están separados y no están combinados en una misma unidad, como sucede en un dispositivo de llave cautiva.

La característica esencial, es que la llave transferible queda atrapada en el dispositivo de bloqueo del resguardo o bien en la cerradura asociada al interruptor. El dispositivo de bloqueo del resguardo está diseñado de manera que la llave sólo se puede sacar cuando el resguardo ha sido cerrado y bloqueado. Esto permite transferir la llave desde el resguardo al interruptor. Al cerrar el interruptor queda atrapada la llave, de manera que no se puede retirar mientras el interruptor está en la posición marcha, (Figura) 73.

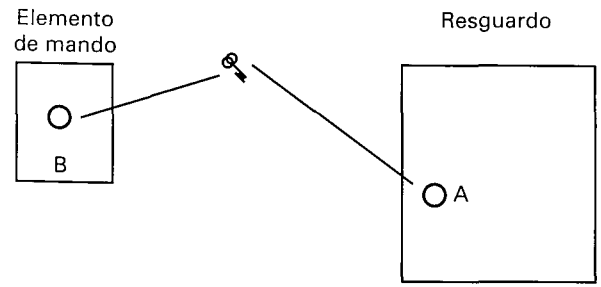


Figura 73

Si el enclavamiento fuese sobre el circuito de potencia y hubiese más de una fuente de energía y por lo tanto más de un elemento de interrupción, entonces se necesitaría una caja de intercambio de llaves, en la que todas las llaves deben estar transferidas y atrapadas antes de que la llave de acceso, de una configuración diferente, se pueda extraer para transferirla al dispositivo de bloqueo del resguardo.

Los enclavamientos a base de cerraduras que utilizan el sistema de llave atrapada poseen una considerable ventaja sobre otras formas de enclavamiento, ya que pueden ser aplicados a numerosos puntos o elementos separados, aunque la distancia que medie entre ellos sea considerable. También, y muy importante, es la autonomía de que goza el

sistema, puesto que no es necesaria ninguna ligazón mecánica o eléctrica entre los elementos que lo componen.

Es especialmente adecuado cuando existen varios tipos diferentes de fuentes de alimentación en la máquina y el enclavamiento es asociado al circuito de potencia.

Los enclavamientos por cerradura se utilizan en aquellas situaciones en que pueda existir, aunque sea remotamente, la posibilidad de un fallo operativo que ponga o pueda poner en peligro la seguridad de una planta, un proceso o la seguridad personal.

Este sistema elimina radicalmente las dos causas origen de todo accidente; la imputable a la condición peligrosa de la máquina y la debida al acto peligroso o fallo humano del operador.

Este sistema es extremadamente versátil, ya que pueden utilizarse distintas cerraduras con una o varias llaves, situadas en distintos puntos.

Las desventajas que presenta este sistema son que no es adecuado cuando se requiere un tiempo de acceso muy corto y es posible disponer de duplicados de llaves que permiten su neutralización.

El retardo entre la apertura del elemento de interrupción del circuito y el desbloqueo del resguardo está garantizado durante el tiempo empleado en transferir la llave, pudiendo ser aumentado por un dispositivo temporizador.

Enclavamiento por combinación de clavija y base

Su funcionamiento está basado en una interrupción del circuito al separar la clavija de su base.

Como dispositivo de enclavamiento se utiliza una clavija y una base, una de ellas montada en la parte fija de la máquina y la otra en el resguardo móvil, (Figura 74).

Este sistema mantiene una adecuada fiabilidad, resultante de la simplicidad del sistema.

En este tipo de enclavamiento es necesario que la longitud del cable de la clavija sea lo más corta posible, de tal forma que el resguardo mantenga su posición de cerrado y no permita el paso de una persona o de alguna de sus extremidades. Una cadenilla con una longitud inferior a la longitud del cable y convenientemente fijada tanto a la clavija como al resguardo imposibilita el acceso a la vez que evita tensiones en el cable eléctrico.



Figura 74

En la Figura 75, se muestra un resguardo con enclavamiento por combinación de clavija y base, en el acceso a una délula de producción. La base está fijada al resguardo fijo, mientras la clavija está fijada, con posibilidad de giro, a una barra vertical sujeta al resguardo móvil.

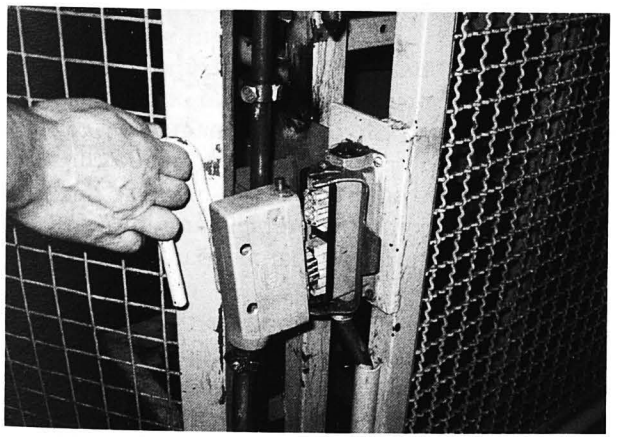


Figura 75

Los polos y las bases son accesibles cuando la clavija está desconectada, permitiendo restablecer la continuidad del circuito mediante uno o varios hilos cuando el resguardo está abierto. Una posible medida para evitar esta forma de neutralización consiste en utilizar un conector multipolar, cuyo cableado, desconocido, hace difícil restablecer la continuidad del circuito (Figura 76).

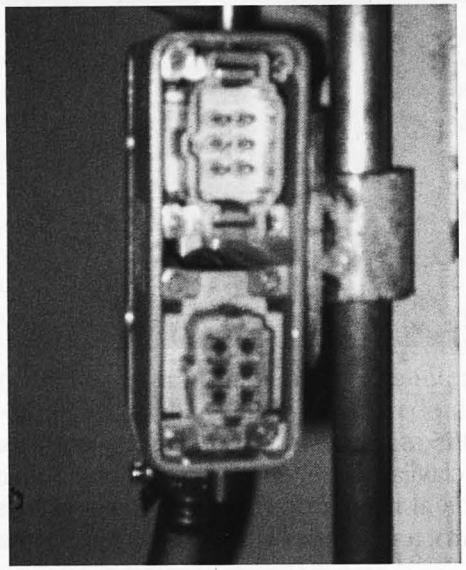


Figura 76. Enchufe de 12 polos.

ENCLAVAMIENTO EN EL CIRCUITO DE POTENCIA

Tal como se ha indicado, se obtiene una mayor resistencia a fallos si la leva o el dispositivo de enclavamiento actúa directa y positivamente sobre el circuito de potencia.

La Figura 77 es un ejemplo de enclavamiento mecánico directo entre un resguardo y el órgano de marcha/paro asociado al circuito de potencia.

Mientras el resguardo está abierto, su borde inferior mantiene la palanca de la válvula de mando en la posición de seguridad, interrumpiendo positivamente la alimentación del accionador. Cuando el resguardo se ha cerrado, es necesario levantar la palanca para poner en marcha la máquina. Esto impide que se pueda abrir el resguardo.

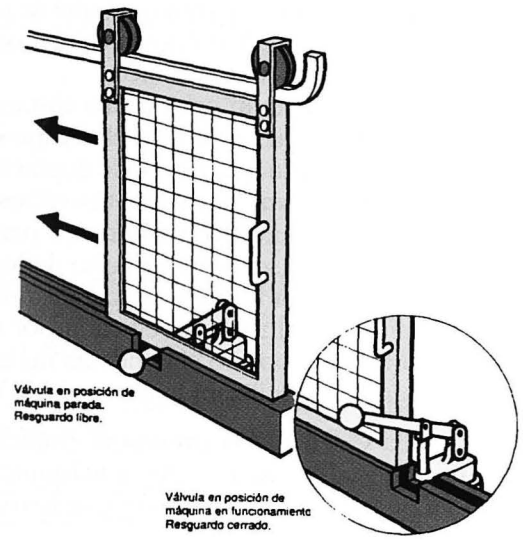


Figura 77

Mantiene una alta fiabilidad, resultado de la simplicidad del sistema.

La palanca deberá resistir los esfuerzos previstos y no será fácil de desmontar.

DISPOSITIVOS SENSIBLES

Son dispositivos que provocan la parada y/o inhiben la puesta en marcha del equipo de trabajo, de sus elementos peligrosos, o de una función peligrosa, cuando una persona o parte de su cuerpo, rebasa un límite de seguridad o acciona voluntaria o involuntariamente el dispositivo sensible.

Estos dispositivos pueden efectuar una o varias de las funciones siguientes:

a) Ordenar la parada, de los elementos peligrosos, por ejemplo:

- Al accionar la barra mecánica de una mesa desplazable.
- Al accionar el cable de parada de emergencia de una cinta transportadora.
- Al atravesar el control de acceso a una zona peligrosa, por medio de una barrera de haces fotoeléctricos.

Una característica de estas paradas es que se debe producir de forma rápida, una parada de categoría 0 ó 1, (ver apartado de paradas de emergencia de este capítulo).

Estos dispositivos, deberán estar a una distancia adecuada de la zona de peligro, de tal forma que el tiempo de acceso sea mayor que el que invierte la máquina en adoptar la posición de seguridad. Cuando exista una norma de tipo C, es decir, norma de seguridad específica para una máquina en particular o para un grupo de máquinas, se seleccionará uno de los dispositivos de protección previstos por la norma específica para dicha máquina y se utilizará la distancia especificada por esa norma. Si no existe una norma de tipo C o si la norma no especifica ninguna distancia mínima se utilizará la norma UNE EN 999.

b) Ordenar la parada y detectar la presencia, impidiendo en este caso cualquier puesta en marcha de la máquina hasta que el operador salga de la zona de detección y se rearme el sistema, por ejemplo:

- Protección de área por una barrera inmaterial de haces fotoeléctricos colocada en la zona de operación o de una barrera escáner (Figura 78).



Figura 78. Célula escáner en un puesto de carga. La posición del escáner está señalizada con la flecha. El área barrida por el escáner está pintada sobre el suelo.

- Protección de área por una tarima sensible a la presión colocada en la periferia de una máquina de engatillado.

c) Actuar como dispositivo detector de presencia, impidiendo en este caso cualquier puesta en marcha de los elementos peligrosos o el desarrollo de funciones peligrosas, cuando el dispositivo detecta la presencia del operador en la zona peligrosa, por ejemplo:

- Alfombra sensible colocada en el suelo, entre los platos de una inyectora de plástico que por su tamaño permite la estancia de una persona en dicha zona.

d) Actuar como sistema de protección y mando, generalmente una en el caso de barrera o cortina fotoeléctrica.

Esta utilización sólo se permite en máquinas que cumplen unas condiciones determinadas y con unos sistemas de protección, que ofrezcan la más alta resistencia a fallos, ver apartado de células fotoeléctricas..

Clasificación de los dispositivos sensibles

Los dispositivos sensibles pueden ser de detección mecánica y detección no mecánica.

Dispositivos sensibles de detección mecánica

Están constituidos por dispositivos de diferentes formas, tales como placas, barras, cables, antenas, bordes, suelos o alfombras, que son accionados mecánicamente por el operador o por una parte de su cuerpo y que actúan sobre uno o varios detectores de posición, los cuales intervienen sobre los circuitos que ordenan una parada normal o una parada de emergencia (Figuras 79 a 87).

La barra sensible es un dispositivo de seguridad que se puede utilizar en numerosos casos y en particular:

- Para evitar un peligro de aplastamiento por un elemento móvil.

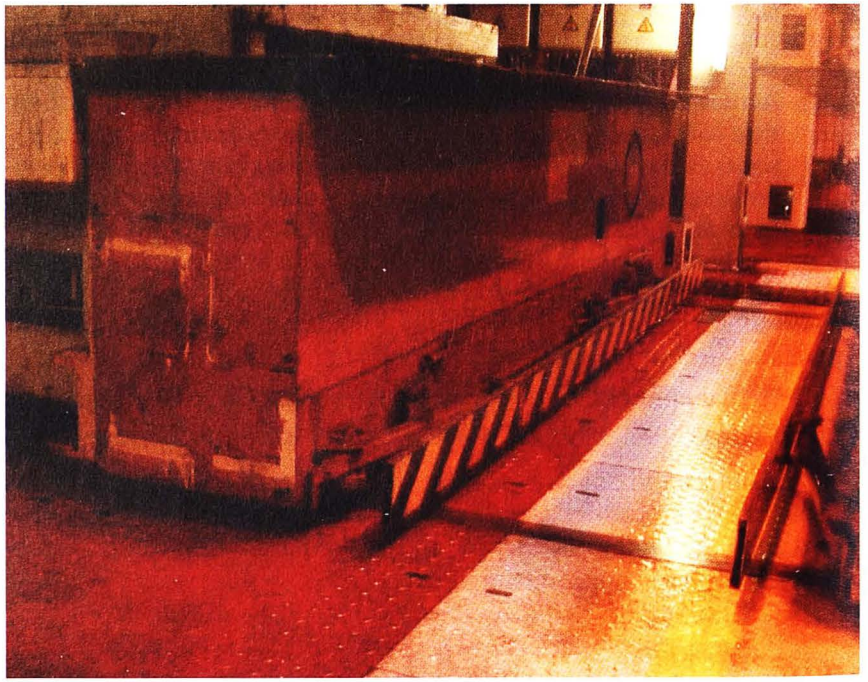


Figura 79. Barra sensible.

- Para accionar un dispositivo de parada de emergencia de manera voluntaria o involuntaria, cuando no se pueden utilizar otras medidas de protección

Este dispositivo está constituido generalmente por una barra articulada que actúa sobre uno o dos detectores de posición.

Los detectores de placa, están instalados en máquinas con sistemas asociados de movimiento de materiales, habitualmente por medio de transportadores.

Habitualmente estos detectores de placa tienen una silueta que permiten el paso de la pieza (Figura 80) donde la placa es de metacrilato, y que al mismo tiempo impiden la introducción del brazo del operario. Como puede apreciarse en la Figura 81 en el detalle de la zona de los micros de seguridad, al desplazar la placa en el sentido longitudinal de la cinta, por medio de una leva y uno o dos micros de seguridad, detecta la intrusión de una persona.

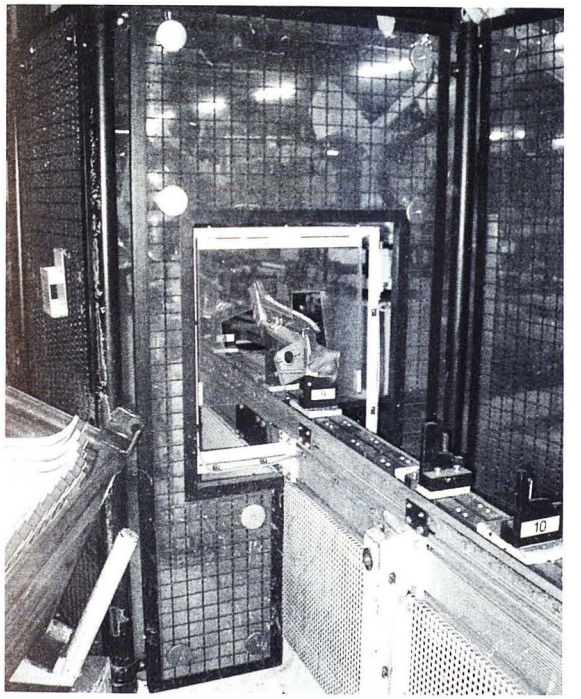


Figura 80. Detector de placa.

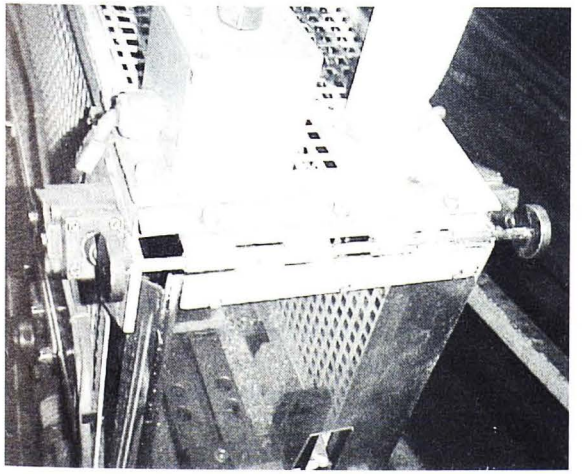


Figura 81. Detalle de los micros de seguridad.

El cable de parada de emergencia, con dos interruptores cada uno colocado en un lado, garantiza un funcionamiento seguro del dispositivo, cualquiera que sea la dirección en la que se ejerce la acción sobre el cable. Además, este dispositivo permite detectar la rotura del cable. Ver dispositivo de parada de emergencia en este capítulo (Figura 82).

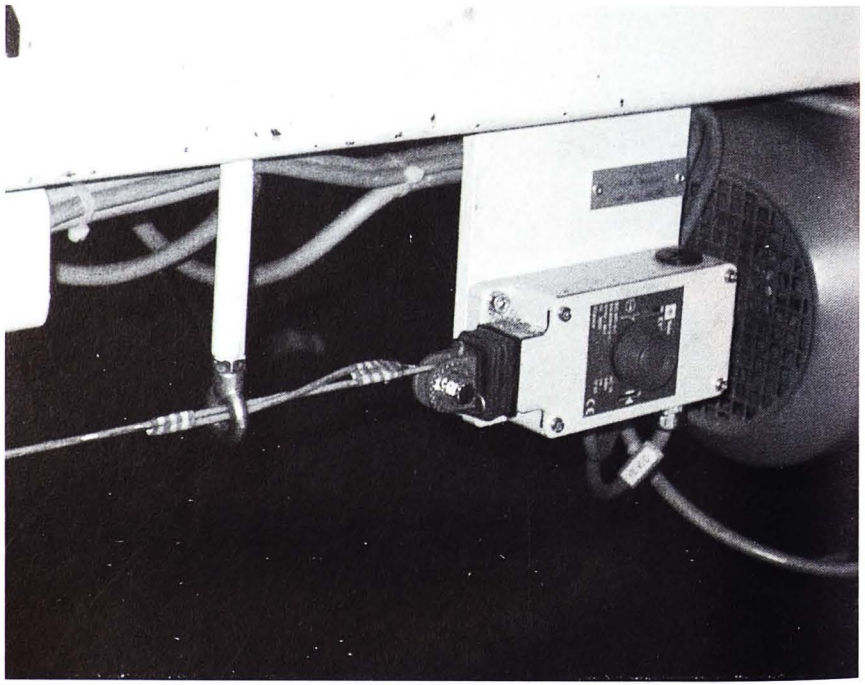


Figura 82. Cable de parada.

El borde sensible tiene la misma aplicación que una barra sensible, para evitar un peligro de aplastamiento o para obtener, voluntariamente o no, la parada de los elementos peligrosos. Su aplicación más importante es como para-golpes de seguridad y presenta la ventaja de estar constituido de un material flexible, favorable a la reducción del riesgo. Deberá ser de seguridad positiva.

En las Figuras 83 y 84 aparecen dos ejemplos asociados a movimiento mecánico de materiales. En la primera figura hay un carro automático y en la segunda un ejemplo de una grúa semipórtico, donde en el lado del pórtico tiene a ambos frentes un parachoques de seguridad.



Figura 83

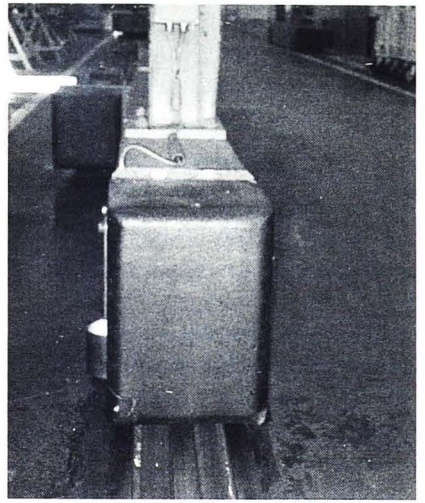


Figura 83

En el caso de las barras sensibles, (Figura 79) y los bordes sensibles (Figuras 83 y 84), cuando actúan como parachoques de seguridad, el movimiento libre debe ser suficiente para evitar el atrapamiento entre el propio paragolpes y posibles puntos fijos de la instalación, debido al sobrerrecorrido del dispositivo una vez ordenada la parada. Al mismo tiempo, debe impedir golpes del equipo siguiendo el mismo criterio descrito anteriormente. Para ello la distancia o anchura del parachoques, corresponderá como mínimo con la distancia recorrida por el equipo desde que recibe la orden de parada. UNE-EN ISO 1760-2 (Principios generales para el diseño y ensayo de bordes y barras sensibles a la presión), UNE-EN ISO 1760-3 (Principios generales para el diseño y ensayo de parachoques, placas, cables y dispositivos similares sensibles a la presión.

Estos dispositivos se deben instalar de manera que no sea posible el acceso a la zona peligrosa sin activarlos. Si no fuese así, será necesario el empleo de medidas complementarias.

Alfombras o suelos sensibles

La alfombra sensible a la presión es un dispositivo de protección que detecta una persona de pie o desplazándose sobre ella. Comprende unos sensores que responden a la aplicación de una presión, una unidad de mando y una o varias iterfaces de salida (UNE EN 1760-1).

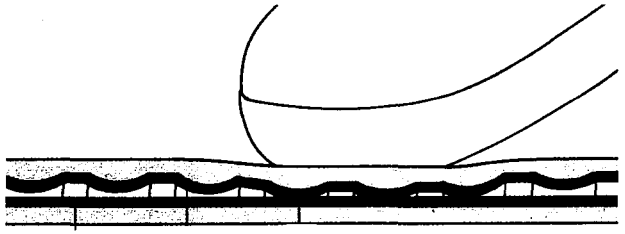


Figura 85

En una alfombra sensible a la presión, la superficie sensible efectiva se deforma localmente cuando el sensor se acciona (Figura 85).

Se deben instalar de manera que no sea posible el acceso a la zona peligrosa sin activar el dispositivo. En caso necesario y con el fin de garantizar este requisito, se tendrán que aplicar medidas de protección complementarias que eviten que se pueda burlar, como por ejemplo la instalación de resguardos fijos adicionales.

Fundamentalmente se utilizan para detectar la presencia de una persona en una zona peligrosa, como puede ser la carga o descarga de una máquina o bien durante las intervenciones de reglaje.

La superficie donde se va a instalar no debe tener irregularidades y cumplirá los requisitos establecidos por el fabricante.

Las alfombras y suelos sensibles a la presión detectarán personas que pesen más de 20 kg, en aplicaciones con un solo tapiz. En casos donde estén instalados más de un tapiz, el peso mínimo a detectar es de 35 kg.

La superficie del sensor deberá estar constituida por un material que resista las solicitaciones de funcionamiento previstas. Las presiones aplicadas no deberán conducir a una deformación permanente en la superficie superior. Además, esta superficie deberá responder a un diseño antideslizante y duradero de por vida.

Tipos de sensores en las alfombras

1. Sensores eléctricos: Utilizan placas de contacto eléctrico separadas por una capa de aire que se cierra cuando se aplica una fuerza en la superficie. Esta capa de aire se mantiene mediante muelles, tacos aislantes o una espuma elástica.
2. Sensores neumáticos: Si se aplica una presión en la superficie sensible, la señal que se crea es generada por un cambio de presión en la cámara de aire del interior.

3. Sensores de fibra óptica: Si se aplica una presión en la superficie sensible efectiva de un sensor con fibra óptica, se produce una modificación de la luz que pasa a través de la fibra óptica, lo que genera señal.

El tiempo de respuesta, es decir, el tiempo transcurrido entre el comienzo de la aplicación de una presión de accionamiento sobre la superficie sensible efectiva y el comienzo de la señal de parada, debe estar indicado por el fabricante y no debe exceder de 20 ms, dentro de la gama de temperaturas de funcionamiento que especifique éste.

El dispositivo debe estar colocado a la distancia de seguridad apropiada, teniendo en cuenta el tiempo total de parada de los elementos peligrosos y el de acceso hasta la zona de peligro. La velocidad de aproximación a la zona peligrosa es la velocidad de paso.

La distancia mínima «S» se debe calcular utilizando la siguiente fórmula (UNE-EN 999) siguiente:

Montaje sobre peldaños

$$\mathbf{S} = (1.600 \text{ mm/s} \times \mathbf{T}) + (1.200 \text{ mm} - 0{,}4\ \mathbf{H})$$

Donde:

- **S**, es la distancia mínima en milímetros en un plano horizontal, entre la zona peligrosa y el borde de detección del dispositivo más alejado de la zona peligrosa.
- **T**, es el tiempo total de respuesta, desde la excitación de la función de detección hasta la parada del desplazamiento peligroso.
- **H**, es la distancia por encima del plano de referencia, por ejemplo el suelo en mm.(montaje sobre peldaños o en una plataforma elevada).

Montaje en el suelo

En la mayoría de los casos el dispositivo sensible está instalado directamente sobre el suelo, y en consecuencia su altura **H** es igual a 0. Por tanto quedaría

$$\mathbf{S} = (1.600 \text{ mm/s} \times \mathbf{T}) + 1.200 \text{ mm}$$

La alfombra debe marcarse con el nombre o marca del proveedor, número de serie, tensión asignada, nº de fases y frecuencia (en corriente alterna)

También la unidad de mando llevará una etiqueta que contenga:

- La categoría, conforme a la norma EN 954-1, especificando si se aplica a la unidad de mando o al sistema completo.
- El tiempo de respuesta.
- Con o sin rearme.
- El número de partes que lo componen.

Se debe impedir, por medios apropiados y si es necesario con medidas de protección complementarias, que una persona se encuentre en la zona peligrosa sin que el dispositivo detecte su presencia.

El peligro de pérdida de equilibrio en los bordes del sensor está controlado mediante una rampa en el punto de acceso (Figura 86), además, esta también puede servir para proteger los cables de conexión. Los puntos de entrada de los cables a los sensores se tendrán en cuenta para que no creen zonas muertas en la superficie a proteger.

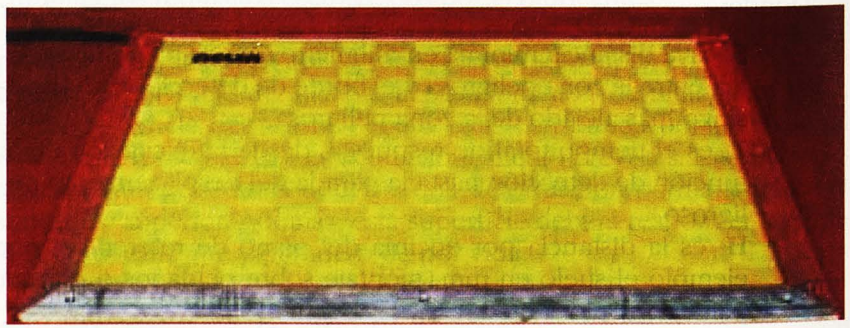


Figura 86

El pulsador de rearme estará ubicado en un emplazamiento bien protegido, en el que es total la visibilidad de la zona peligrosa.

Para evitar peligros de pérdida de equilibrio, motivado por la diferencia de altura entre sus superficies horizontales adyacentes, ésta deberá ser inferior a 4 mm.

En la puesta en servicio, se tendrá en cuenta:

1. Cumplir con las distancias mínimas de seguridad, anteriormente comentadas.
2. Asegurarse que las zonas muertas, no proporcionan un camino de acceso al peligro.
3. Comprobar que la supresión de la alimentación de energía de la alfombra, impide cualquier funcionamiento posterior de la máquina.
4. Comprobar que no es posible ningún movimiento peligroso de la máquina mientras se aplique una presión de accionamiento sobre la superficie sensible.
5. Verificar la sensibilidad de la alfombra en toda la superficie.
6. Comprobar que no es posible la presencia de una persona entre la zona peligrosa y el sensor. Si esto no es posible, comprobar que se han tomado medidas de seguridad adicionales.
7. Si se utilizan dispositivos de neutralización, asegurarse de que ésta sólo se produce durante la fase prevista de la máquina, por ejemplo, durante la fase no peligrosa y que coincide con la alimentación.
8. Dispone de la categoría de seguridad, correspondiente al riesgo. Las comprobaciones garantizarán que los circuitos de mando de la máquina y las conexiones al dispositivo son conformes a las conexiones de interface convenidas, entre el fabricante del sistema de mando de la máquina y el fabricante del dispositivo de protección.

Es necesario un mantenimiento preventivo de estos suelos de seguridad, verificando que no se ha producido ningún cambio que afecte a la seguridad del sistema. Especialmente en las categorías 1 y 3.

En la Figura 87, aparece el acceso a una estación con movimientos en automático protegido con resguardos fijos y en la zona de entrada del material (vehículo), existe una alfombra de seguridad.

Dispositivos sensibles de detección no mecánica

En estos dispositivos la detección se efectúa de forma no mecánica detectando la presencia del operador o de parte de su cuerpo por medio de diferentes sistemas, tales como: la ocultación de los haces foto-

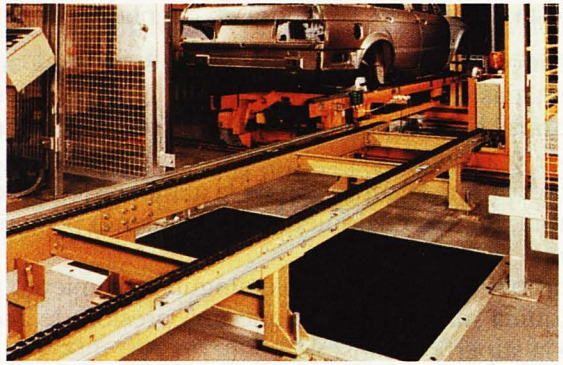


Figura 87

eléctricos de dispositivos optoelectrónicos o la interrupción de haces únicos o múltiples efectuados con rayos láser. También se pueden citar otros dispositivos, tales como detectores de infrarrojos, ultrasonidos o capacitivos, pero estos dispositivos apenas se utilizan en la actualidad, ya que su fiabilidad y su resistencia a fallos es aleatoria.

Cuando la única función de estos dispositivos es evitar una puesta en marcha intempestiva o involuntaria, mientras se detecta la presencia de una persona o de una parte de su cuerpo, actuando como sistema de protección complementario del principal, no es necesario que garanticen la parada, sino la imposibilidad de una puesta en marcha del equipo de trabajo.

Células y haces fotoeléctricos

La norma UNE-EN 61496, define Equipos de Protección Electrosensibles (EPES), como un montaje de componentes que trabajan conjuntamente para obtener que se dispare la protección o se detecte una presencia.

Las células fotoeléctricas están constituidas por un emisor y un receptor situados frente a frente. El emisor emite de forma secuencial sobre cada haz, tramas codificadas en emisión infrarroja.

Una clasificación de los sistemas electrosensibles podría ser la siguiente:

- **Control de acceso**, detecta la intrusión de una persona por un paso.

- **Control de acceso y de presencia**, detecta la presencia de una persona en una zona protegida.
- **Discriminación persona-producto**, autoriza la salida o entrada de objetos en una zona, al mismo tiempo que detecta la entrada de una persona.

En el control de acceso, en función de la parte del cuerpo a protege (Figura 88), deberá tener la célula fotoeléctrica una determinada resolución, es decir, el mínimo objeto que asegura es detectado, de tal forma, que una resolución para proteger a los dedos sería 14 mm. y 30 mm. para las manos. Algunos fabricantes para proteger las manos, disponen de resoluciones de 20, 30 y 40 mm.



Figura 88

En una protección de accesos, cuando se pretende proteger al operario, también es necesario tener en cuenta el tipo de aproximación,(Figura 89):

- Aproximación perpendicular, la dirección de penetración es perpendicular al plano protector.
- Aproximación angular.



Figura 89

- Aproximación paralela, el sentido de penetración es paralelo al plano del protector.

En función del tipo de penetración, la norma UNE-EN 999, fija las distancias de seguridad:

Aproximación perpendicular

La distancia de seguridad **S** va a depender de la resolución.

Si **d** ≤ 40 mm. **S** = (2.000 mm/s × **T**) + 8 (**d** – 14)

Donde:

T = Tiempo total de respuesta (en segundos).
d = Resolución de la célula fotoeléctrica.

Esta fórmula se utiliza para distancias de seguridad hasta 500 mm., no pudiendo ser nunca inferior a 100 mm, y en el caso que fuese inferior a 100, se tomaría éste como valor.
Si la distancia fuese superior a 500 mm.

$$S = (1.600 \text{ mm/s} \times T) + 8 (d - 14)$$

Si la resolución 40 < d ≤ 70 mm.

Con la resolución menor o igual que 40 mm, es decir, que no detectase objetos de menos de esa magnitud, se controla la extremidad superior. En este caso no se detecta la intrusión de las manos y se debe incrementar la distancia considerando el alcance del miembro superior, de tal forma que sería como sigue:

$$S = (1.600 \text{ mm/s} \times T) + 850 \text{ mm.}$$

Para evitar acceder a la zona de peligro por debajo o por encima de la barrera, el haz más alto debe ser superior a 900 mm y el haz más bajo inferior a 300 mm.

Haces múltiples independientes

Se utilizan para detectar la intrusión del cuerpo y es una combinación de 2, 3 ó 4 haces independientes.

La distancia mínima corresponderá con la de resolución (40 < d ≤ 70 mm.), no obstante es conveniente que estén a una altura adecuada. La tabla de la Figura 90, fija unas alturas de los haces que han demostrado ser las más prácticas en soluciones reales.

Número de haces	Altura por encima del plano de referencia
4	300, 600, 900, 1.200
3	300, 700, 1.100
2	400, 900

Figura 90

Dispositivos de un solo haz

Estos dispositivos sólo se deben considerar cuando se utilizan paralelamente al suelo y el haz es cortado por el cuerpo de una persona en posición vertical.
Sólo será aplicable en aquellos casos, donde la gravedad del accidente sea baja. La distancia mínima de seguridad será:

$$S = (1.600 \text{ mm/s} \times T) + 1.200 \text{ mm.}$$

Se ha constatado que una altura de 750 mm., por encima del suelo o plano de referencia, constituye una solución satisfactoria para los problemas de pasar involuntariamente por encima o por debajo del haz.

Aproximación paralela:

Permite una inclinación de la barrera de (+/–5°) (Figura 91).

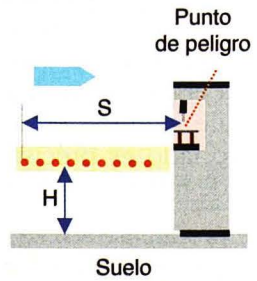


Figura 91

La distancia de seguridad es:

$$\mathbf{S} = (1.600 \text{ mm/s} \times \mathbf{T}) + (1.200 \text{ mm.} - 0{,}4\,\mathbf{H})$$

La altura **H** no debe ser superior a 1.000 mm., incluso con alturas superiores a 300 mm., existe un riesgo de acceso por debajo de la zona de detección. La altura más pequeña admisible, se calculará en función de su resolución, tal como se indica:

$$\mathbf{H} = 15\,(d - 50 \text{ mm.})$$

Esta aproximación paralela también se denomina protección de área, donde se controla el acceso y la presencia, Figura 92.



Figura 92

Aproximación angular

Cuando el ángulo de aproximación es superior a 30°, se considerará como aproximación perpendicular y si los ángulos previsibles de aproximación son inferiores a 30°, se considerará como aproximación paralela.

Discriminación persona-producto (sistema muting)

El sistema de discrimación persona-producto permite a la célula fotoeléctrica discernir entre el paso de personas y de material.

La inhibición de dispositivos de protección puede plantear problemas de seguridad. Por ello, la norma UNE-EN 415-4, relativa a máquinas de embalaje, aborda el problema de paletizadores y despaletizadores, donde entra y sale material en condiciones normales de funcionamiento, y por otro lado es preciso detectar la intrusión de operarios. Las condiciones de inhibición definidas por esta norma son:

1. La inhibición puede producirse sólo durante el periodo del ciclo de funcionamiento cuando la paleta cargada obstruye el acceso a la zona de peligro.

2. La inhibición debe ser automática.
3. La inhibición no debe depender de una sola señal eléctrica.
4. Las señales de inhibición, si se activan en una secuencia no válida, no deben permitir un estado de inhibición, o deben asegurar que la máquina está bloqueada.
5. El estado de inhibición debe desactivarse inmediatamente después de que pase la paleta a través de la zona de detección del dispositivo.

En la Figura 93, pueden apreciarse las señales de los diversos sensores que intervienen, así como la inhibición del sistema frente al paquete que entra en la zona peligrosa.

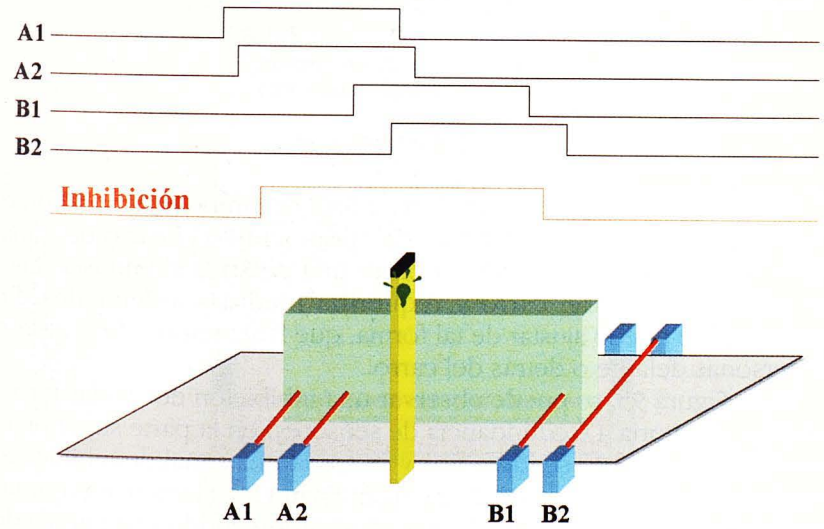


Figura 93

En la Figura 94, aparece una inhibición de células fotoeléctricas, categoría 2. Se debe cumplir que la distancia entre los sensores (SM1 y SM2) debe ser inferior que la longitud del carro de transporte que deseamos introducir en la zona de peligro. Entre la célula fotoeléctrica y el carro transportado no se generarán puntos de atrapamiento (manteniendo distancias superiores a 500 mm.). Deberá complementarse este dispositivo con resguardos que impidan el acceso al interior de la zona peligrosa.

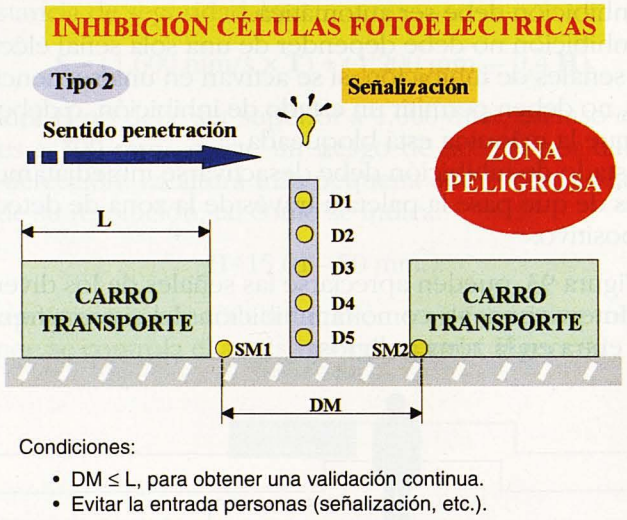


Figura 94

Mientras permanece actuado SM1 y SM2 se inhibe la barrera fotoeléctrica y permite el paso del material, por ejemplo el carro de transporte. Con esta categoría, podría pasar una persona si entrase inmediatamente detrás del carro y requeriría medidas adicionales. En categoría 4 se puede ajustar de tal forma, que haga imposible el acceso de personas delante o detrás del carro.

En la Figura 95, se puede observar una inhibición de células fotoeléctricas, categoría 4 (redundancia de sensores) en la parte superior, el material transportado se identifica y se envía una señal de inhibición. Por el contrario, en la parte inferior de la Figura 93, al intentar pasar un operario, el sistema detecta esta intrusión produciendo una parada de la máquina.

La condición de estado de inhibición o muting debe ser indicada con una lámpara.

Sistema de espacios en blanco

En algunas ocasiones se tiene que transportar material a través del campo de protección de la cortina hacia una máquina u otro equipo de trabajo, sin llegar a interrumpir la operación de la máquina. Existen varias

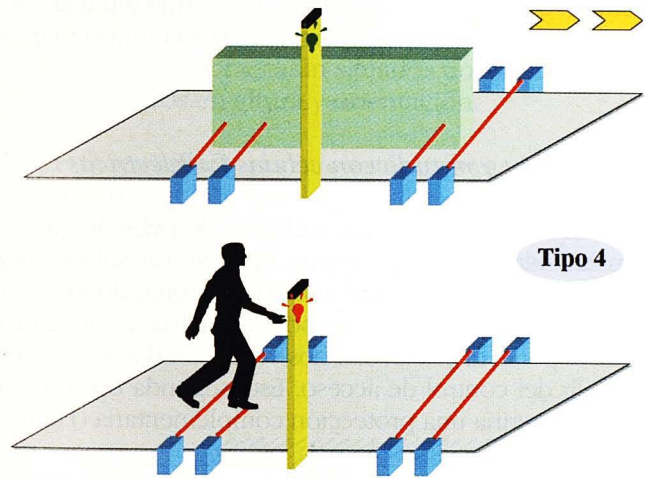


Figura 95

posibilidades de efectuar este blanqueo, una sería con una o varias partes definidas de la cortina (Figura 96). También existiría la posibilidad de hacerlo aleatorio con varios haces, como por ejemplo en el sistema de alimentación con bobina a una prensa, ya que siempre habría varios haces cortados, pudiendo variar su posición, hacia arriba o hacia abajo.

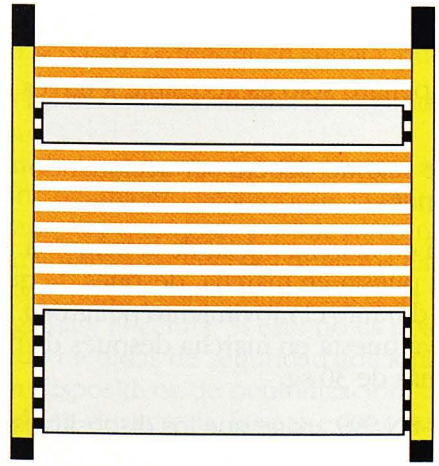


Figura 96

Este sistema requiere un módulo de control, que elimina esos haces que interfieren con la producción, pero al mismo tiempo manteniendo el resto de haces activo.

Sistema de protección y mando con células fotoeléctricas

La máquina inicia automáticamente el ciclo después de que el campo de protección ha sido interrumpido una vez con un solo corte, siendo aplicable en células fotoeléctricas de control de zona, donde el operario una vez que ha entrado, mantiene esa posición hasta la salida de la zona peligrosa, cubierta por el dispositivo; o dos veces con doble corte, en el que debe entrar y salir del control de acceso. Esta segunda opción es todavía más peligrosa y requeriría una protección complementaria (Figura 97).



Figura 97

Es preciso verificar que no existe riesgo para el operador, durante el trabajo controlando lo siguiente:

- El operador no puede colocarse entre el dispositivo y la zona de peligro.
- La zona de peligro sólo es accesible a través del dispositivo de protección.

El pulsador de rearme deberá ser accionando después de las siguientes condiciones:

- En la puesta en marcha inicial de la máquina.
- En la nueva puesta en marcha, después de que el haz se ha interrumpido durante el movimiento peligroso.
- Para la nueva puesta en marcha después de transcurrido un intervalo de más de 30 sg.

La norma UNE-EN 999, exige que los dispositivos de protección optoelectrónicos empleados para iniciar el ciclo de operación de la máquina, tengan una resolución inferior o igual a 30 mm.

Puesta en servicio y mantenimiento

El emisor y el receptor estarán situados uno en frente del otro y correctamente alineados en altura y orientación.

Las superficies reflectoras que están próximas a la línea formada por el eje óptico, pueden producir reflejos en los haces situados en el cono óptico. Si la separación entre emisor y receptor es menor de 3 metros, la distancia **D** sería 131 mm. (Figura 98). Actualmente existen en el mercado células fotoeléctricas exentas de errores por reflexión.

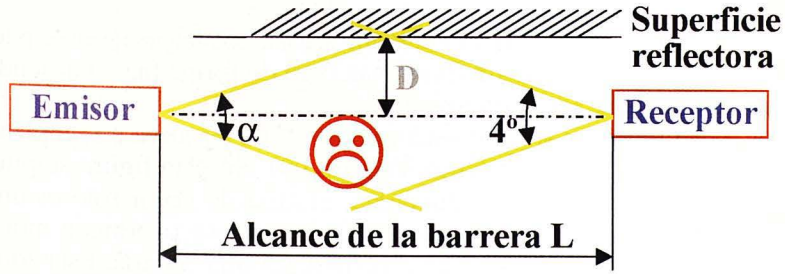


Figura 98

En la puesta en servicio, se tendrá en cuenta, que:

- Cumple con las distancias mínimas de seguridad, anteriormente comentadas.
- La supresión de la alimentación de energía a la célula, impide cualquier funcionamiento posterior de la máquina.
- Se debe comprobar que no es posible ningún movimiento peligroso de la máquina mientras se corten los haces fotoeléctricos.
- Comprobar que no es posible la presencia de una persona entre la zona peligrosa y la célula. Si esto no es posible, verificar que se han tomado medidas de seguridad adicionales.
- Si se utilizan dispositivos de neutralización, asegurarse de que sólo se produce durante la fase prevista de la máquina, por ejemplo durante la fase no peligrosa que además puede coincidir con la alimentación.

- Dispone de la categoría de seguridad, correspondiente al riesgo. Las comprobaciones garantizarán que los circuitos de mando de la máquina y las conexiones al dispositivo son conformes a las conexiones de interface convenidas entre el fabricante del sistema de mando de la máquina y el fabricante del dispositivo de protección.

Los cristales del emisor/receptor deben ser limpiados regularmente, para evitar la pérdida de señal entre ambos, especialmente en ambientes con partículas en suspensión. Hoy en día también existen dispositivos con indicación de suciedad.

Células escáner

Utiliza un haz láser de frecuencia infrarroja. Los haces láser se pueden instalar también como un único haz bien de forma fija o barriendo continuamente una zona (escáner).

Los más utilizados son los escáner láser, que escanea en un plano el área programada circundante. (Figura 99). En esta figura se pueden apreciar dos zonas diferenciadas, el área de color rojo es una zona de seguridad, si el operario entra cuando se producen movimientos peligrosos de la máquina, provocará una parada. Esta zona se puede conformar con la silueta que se desee en función, por ejemplo, de la posición que ocupe la zona de riesgo dentro de la máquina. También dispone de otra zona de aviso, representada en color amarillo. Una de las ventajas de este sistema es la flexibilidad para conformar la silueta requerida y para mantener la correcta distancia de seguridad.



Figura 99

El funcionamiento de este equipo está basado en la medición del tiempo que transcurre en recibir el haz infrarrojo cuando contacta y se refleja en un objeto. En la Figura 100, aparece un esquema del funcionamiento de este dispositivo.

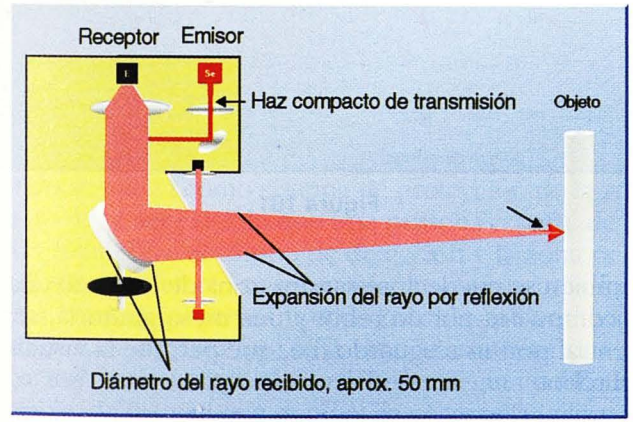


Figura 100

En la Figura 101, puede apreciarse la zona escaneada, aproximadamente se corresponde con 180°, llegando a cubrir zonas de seguridad de hasta 4 o 5 metros desde la posición del escáner. En esta zona de seguridad se detecta la intrusión de objetos de aproximadamente 70 mm. de diámetro, correspondiendo con mediciones cada medio grado, con una precisión de +/– 50 mm., lo que quiere decir que si se introduce un objeto mayor de 70 mm. en la zona de seguridad, a una distancia mayor de +/– 50 mm. del límite de la zona de seguridad, el dispositivo lo detectaría.

Otras características que deben de reunir son:

- Avisador de suciedad.
- Categoría adecuada al nivel del riesgo.

Es necesario pintar la zona de seguridad en el suelo, para evitar la intrusión del operario durante el periodo de movimientos peligrosos, a pesar de que también dispondrá de una baliza de señalización (Figu-

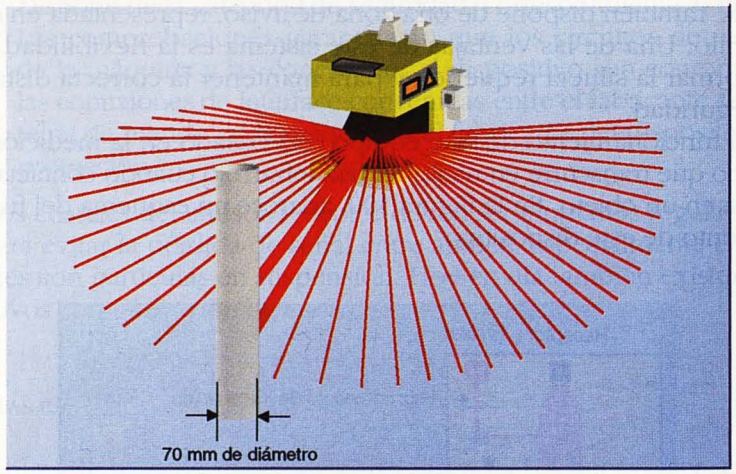


Figura 101

ra 102). También se puede apreciar una zona de carga de una célula de soldadura compuesta por un robot y una mesa giratoria, separada en su parte central por un resguardo fijo, que permite la visualización de la zona del robot.



Figura 102

Los requisitos para su montaje son los siguientes:

- Sólo se podrá acceder a la zona peligrosa a través del sistema de detección utilizado y no es posible ningún movimiento peligroso de la máquina con una persona en la zona de detección.
- Deben estar colocados a la distancia de seguridad apropiada, de manera que, teniendo en cuenta la velocidad de aproximación del cuerpo del operador o de una parte del mismo, no sea posible alcanzar la zona peligrosa antes de que el peligro haya desaparecido. Por ello, la distancia coincide en parámetros con la establecida para la tarima sensible a la presión.

$$\mathbf{S} = (1.600 \text{ mm/s} \times \mathbf{T}) + (1.200 \text{ mm} - 0{,}4\ \mathbf{H})$$

Se recomienda una altura del haz desde el suelo entre $300 \leq \mathbf{H} \leq 1000$ mm.

- Cuando se utiliza como sistema de protección de la zona de trabajo no debe ser posible que una persona o parte de su cuerpo pueda estar entre el campo de detección y la zona peligrosa sin que el sistema detecte su presencia. En caso necesario, se deben utilizar otros dispositivos u otras medidas preventivas complementarias, de manera que se garantice este requisito.
- La fijación de tales dispositivos debe ser segura y difícilmente manipulable, de manera que su montaje necesite la utilización de una llave o herramienta específica, no presente en el puesto de trabajo.

Criterios de selección de los dispositivos sensibles

Los dispositivos sensibles deben ser apropiados para el uso previsto y los peligros correspondientes que presenta el equipo de trabajo. Así, por ejemplo, una barrera fotoeléctrica no evita los peligros de proyección de partículas u objetos. Tampoco tienen aplicación cuando el elemento peligroso no puede pararse en cualquier momento de su fase peligrosa como, por ejemplo, en el caso de una prensa de revolución total o en elementos móviles con inercia.

Deben poder resistir los esfuerzos derivados de su uso y las influencias ambientales previstas.

Deben ofrecer una resistencia a fallos apropiada al nivel de riesgo de la aplicación para la que debe proporcionar protección, obtenido mediante la evaluación del riesgo.

DISPOSITIVO MANDO A DOS MANOS

Es un dispositivo de protección y constituye una medida de protección para el operador contra el alcance de las zonas peligrosas durante situaciones peligrosas, mediante la ubicación de los órganos de accionamiento en una posición determinada (UNE EN 574).

Los órganos de accionamiento (pulsadores) deben estar resguardados para evitar un accionamiento involuntario. (Figura 103).



Figura 103

La norma se aplica a todos los dispositivos de mando a dos manos, independientemente del tipo de energía utilizada e incluyendo los dispositivos integrados o no en la máquina (uno o varios elementos separados).

Definiciones:

- **Dispositivo de mando a dos manos**: requiere como mínimo una maniobra simultánea mediante ambas manos, para iniciar y mantener la acción, mientras exista una situación peligrosa, proporcionando así una medida de protección sólo para la persona que lo acciona.
- **Maniobra simultánea**: maniobra mantenida de los órganos de accionamiento durante el mismo periodo de tiempo.
- **Maniobra síncrona**: caso particular de maniobra simultánea en la que el retardo entre el inicio de una señal de entrada y el inicio de la otra es menor o igual a 0,5 s. (Figura 104).

- **Tipos de dispositivos de mando a dos manos**: Existe 3 tipos de dispositivos y los requisitos que deben de cumplir varían en función del tipo, (Figura 105).

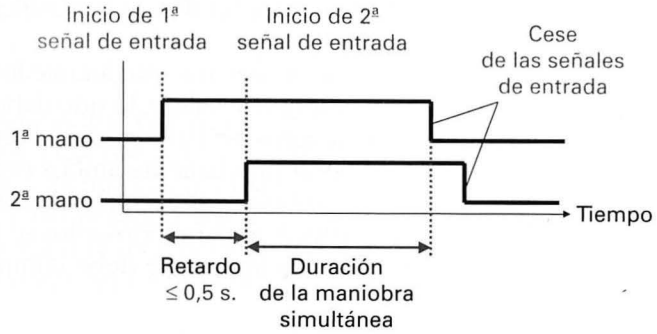


Figura 104. Señales de entrada de una maniobra síncrona.

Requisitos	Tipos				
	I	II	III		
			A	B	C
Utilización de ambas manos (actuación simultánea)	x	x	x	x	x
Relación entre las señales de entrada y la señal de salida	x	x	x	x	x
Interrupción de la señal de salida	x	x	x	x	x
Prevención de una maniobra accidental	x	x	x	x	x
Prevención de la neutralización	x	x	x	x	x
Reiniciación de la señal de salida		x	x	x	x
Maniobra síncrona			x	x	x
Utilización de la categoría 1 (EN 954-1: 1996)	x		x		
Utilización de la categoría 3 (EN 954-1: 1996)		x		x	
Utilización de la categoría 4 (EN 954-1: 1996)					x

Figura 105

Criterios de selección de dispositivos de mando a dos manos

El dispositivo de mando a dos manos debe ofrecer una resistencia a fallos apropiada al nivel de riesgo de la aplicación para la que debe proporcionar protección, obtenido mediante la evaluación del riesgo. Esta clasificación por su categoría (UNE-EN) 954-1) le clasifica en categoría 1, categoría 3 y categoría 4.

Si se libera uno de los órganos de accionamiento durante la fase peligrosa de trabajo, se interrumpe la señal de salida, lo que debe provocar la parada de los elementos peligrosos. Para poder obtener una nueva señal de salida se deben liberar previamente ambos órganos.

En el caso de que en una determinada situación peligrosa intervenga más de un operador y la protección para todos ellos se obtenga mediante dispositivos de mando a dos manos, se debe cumplir lo siguiente:

- Serán precisos tantos dispositivos de mando a dos manos como operadores intervengan en la situación peligrosa.
- Cada dispositivo de mando a dos manos deberá cumplir la condición de sincronismo, y el conjunto de dispositivos de mando a dos manos deberá cumplir la condición de simultaneidad.
- Deberá existir un dispositivo de selección que permita anular los dispositivos de mando a dos manos que, en función del trabajo a realizar y de acuerdo con la evaluación de riesgos, no sean necesarios. Esta selección deberá ser siempre realizada por una persona responsable y autorizada para ello, utilizando para la misma una llave que debe estar sólo en su poder.

Requisitos básicos para el montaje

Los dispositivos de mando a dos manos sólo se pueden instalar en equipos de trabajo en los que los elementos peligrosos, de los que se pretende proteger al operador, se pueden parar en cualquier parte de la fase peligrosa del ciclo de trabajo.

En el caso de máquinas que no funcionen en ciclos automáticos y no cumplan el requisito anterior, se podrá utilizar este dispositivo, siempre y cuando se garantice que el tiempo de terminación del ciclo que genera el peligro es inferior al tiempo necesario del gesto o movimiento para alcanzar la zona de peligro.

Distancia de seguridad

Es la distancia mínima (**s**) entre la zona peligrosa y el órgano de accionamiento más próximo según la norma UNE-EN 999. Se calcula:

$$S = K * T + C$$

Donde:

- **K** parámetro, 1.600 mm. por segundo, calculada sobre datos de velocidad de aproximación del cuerpo o partes del cuerpo.
- **T** Es el tiempo de parada global medido en segundos.
- **C** Es una distancia adicional en mm., basada en la intrusión hacia la zona de peligro, anterior a la activación del equipo de protección, su valor es de 250 mm.

$$S = 1.600 \text{ mm/s} * T + 250 \text{ mm.}$$

Si se elimina el riesgo de acceso de las manos, o parte de las mismas, a la zona peligrosa, mientras el órgano de accionamiento está pulsado, por ejemplo, mediante una envolvente adecuada, el valor **C**, puede ser igual a cero, siempre que exista una distancia mínima **S** de 100 mm.

Si el mando a dos manos es desplazable, debe estar equipado con medios para impedir que se muevan mientras se maniobran.

En la Figura 106 el dispositivo de mando a dos manos con aro distanciador, impide acercarlo a la zona de peligro, manteniendo una adecuada distancia de seguridad.

Debe evitarse por diseño la posibilidad de neutralización utilizando una sola mano, colocando los mandos suficientemente separados, o una mano y otra parte del cuerpo ubicando los mandos encastrados o protegidos.

Marcado

Si el dispositivo de mando a dos manos es de nueva instalación, y no es parte integrante de la máquina, debe llevar la siguiente información:

- Nombre y dirección del fabricante y/o suministrador.

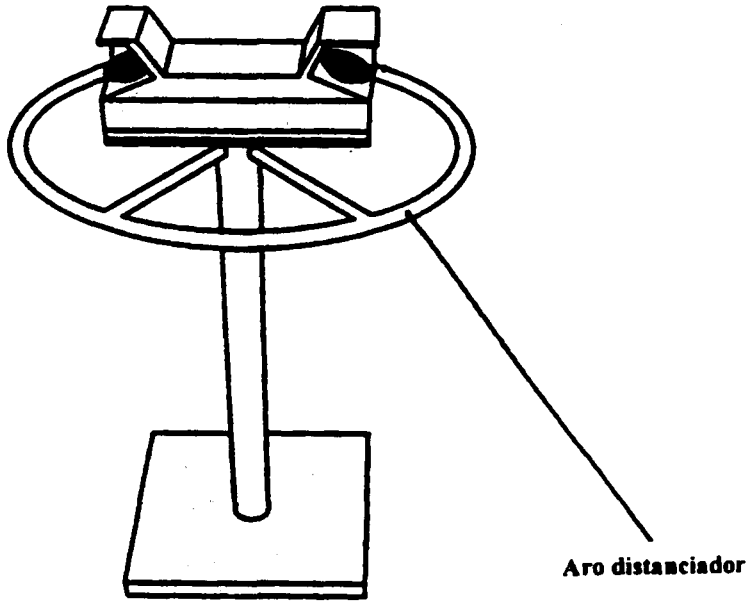


Figura 106

- Referencia del modelo.
- Número de serie y año de fabricación.
- Tipo del dispositivo de mando a dos manos.
- Tiempo de respuesta del dispositivo de mando a dos manos.
- Características propias (neumáticas, eléctricas, etc).

Categorías de mando en dispositivos de mando a dos manos

En la Figura 107 aparece un esquema de un doble mando conectado a un módulo de seguridad.

Es del tipo III C, que corresponde con una categoría 4 de seguridad, también realiza un control de defectos de los contactores auxiliares K1 y K2, mediante los dos contactos ligados mecánicamente.

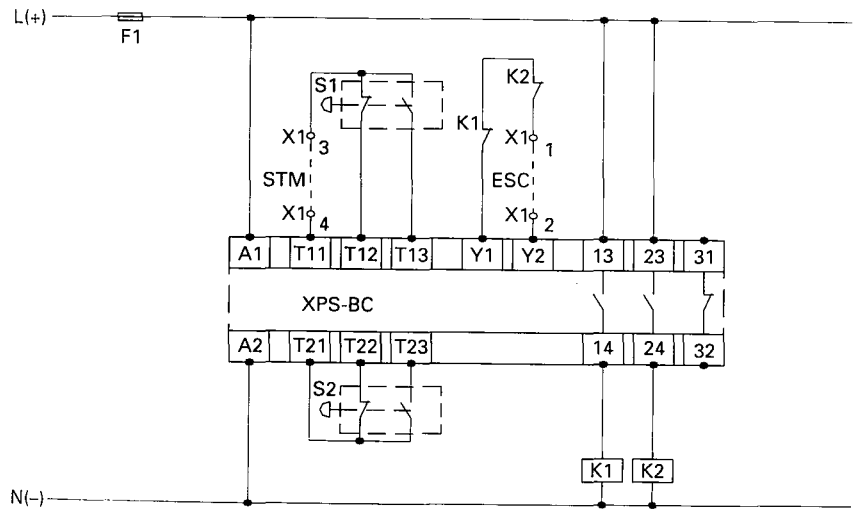


Figura 107

En la Figura 108 aparece un esquema de otro control de mando bimanual tipo III B (categoría 3). Los dos pulsadores de mando bimanual están conectados al módulo, cuyo tiempo de sincronismo es de 0,5 segundos.

Realiza un control de defectos de los contactores auxiliares K1 y K2, mediante los dos contactos ligados mecánicamente.

Es necesario colocar el conexionado según las instrucciones del fabricante.

Dispositivos de validación

Un dispositivo de validación es un órgano suplementario de mando, accionado manualmente, que se utiliza conjuntamente con un órgano de puesta en marcha (generalmente un mando sensitivo) y que, mientras se mantiene accionado, autoriza el funcionamiento del equipo de trabajo.

Debe responder, al menos, a una de las características siguientes:

- Estar asociado a una orden de parada de manera que al soltar el dispositivo se desconectan los accionadores por medios electromecánicos, consiguiendo con ello una parada de categoría 0.

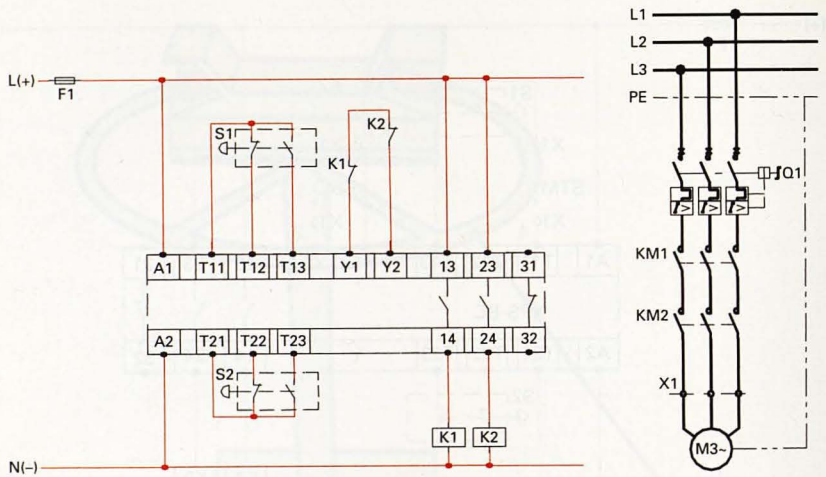


Figura 108

- Estar asociado a una orden de parada, de manera que se utilice la energía eléctrica para detener el movimiento peligroso y que, una vez conseguida la parada, se realice la desconexión por medios electromecánicos, como en el caso de una parada de categoría 0, con lo que se conseguiría una parada de categoría 1.

Normalmente, este dispositivo se encuentra en un mando portátil y debe estar diseñado con criterios ergonómicos.

Tipos de dispositivos de validación

Hay dos tipos de dispositivos de validación:

- De dos posiciones.
- De tres posiciones.

El dispositivo de dos posiciones, tendría la actuación siguiente:

- En la posición 1 (órgano de mando en reposo), el interruptor está abierto.
- En la posición 2 (órgano de mando accionado), el interruptor se cierra y autoriza la función (Figuras 109 y 110).

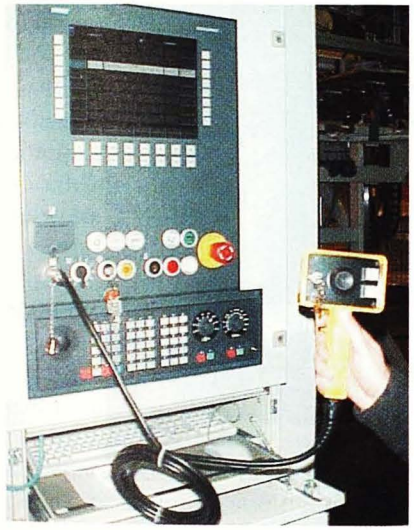


Figura 109



Figura 110

En la Figura 109 se aprecia el mando sensitivo portátil, que está conectado a la máquina. La longitud del cable debe permitir visualizar todos los movimientos que se pueden generar con este sistema. Pulsando el botón central (Figura 110) a la vez que uno de los botones de la derecha (puesta en marcha), permite realizar el movimiento seleccionado previamente.

En el dispositivo de tres posiciones, su secuencia de actuación sería la siguiente:

- En la posición 1 (órgano de mando en reposo), el interruptor está abierto.
- En la posición 2 (órgano de mando accionado en posición central), el interruptor se cierra y autoriza la función.
- En la posición 3 (órgano de mando accionado más allá de la posición central), el interruptor está abierto.

El retorno de la posición 3 a la posición 2 no autoriza la puesta en marcha. En la Figura 111, aparece una consola de un robot con dispositivo de tres posiciones.

Este tipo de dispositivo de 3 posiciones sirve para prevenir pulsaciones continuas derivadas de una situación de tensión. Son dispositivos anti-pánico.

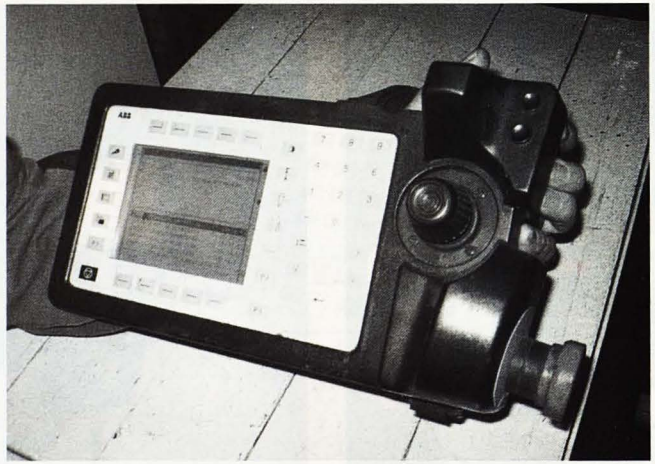


Figura 111

Condiciones de utilización

Se garantizará que se selecciona sin ambigüedades, para ello quedará indicado el funcionamiento seleccionado. Esta selección no debe dar lugar por si sola al movimiento e invalidará cualquier otra orden generada desde cualquier otro mando.

Cuando se neutralicen los dispositivos de protección, por ejemplo una puerta con enclavamiento, se deberá impedir el funcionamiento en automático, es decir, como en el proceso productivo normal y todos los movimientos deberán realizarse a velocidad reducida.

Este dispositivo se utiliza en trabajos de reglaje, búsqueda de averías, trabajos de observación, aprendizaje, verificación del programa, etc., en los que el operador necesita estar cerca, o incluso dentro, de la zona peligrosa para efectuar correctamente el trabajo. Esta situación se puede dar en cualquier tipo de máquina.

En el mismo mando portátil se pueden encontrar otros dispositivos de mando, en función de las necesidades de mando y protección, como por ejemplo: un dispositivo de parada de emergencia (Figura 111); un dispositivo de selección que permita seleccionar el equipo de trabajo o la parte del equipo que se puede poner en marcha (en este caso debe existir una indicación clara entre lo que se manda y lo seleccionado); un mando sensitivo; un volante electrónico; mandos de puesta en marcha y parada, etc.

Criterios de selección de dispositivos de validación

El dispositivo se elegirá en función de los resultados de la evaluación del riesgo y su resistencia a fallos será conforme al nivel de riesgo obtenido para la situación peligrosa concreta. Teniendo en cuenta el tipo de situaciones para las que se suele aplicar, su resistencia a fallos debe ser, en general, alta.

Mando sensitivo

Es un dispositivo de mando que pone y mantiene en marcha los elementos peligrosos mientras el órgano de accionamiento se mantiene pulsado. Cuando se suelta el órgano de accionamiento, éste retorna automáticamente a la posición correspondiente a la parada. El órgano de accionamiento suele ser un pulsador o un pedal, reseñando que también existen pedales de 3 posiciones (Figuras 112 y 113).

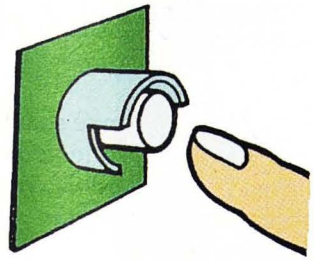


Figura 112

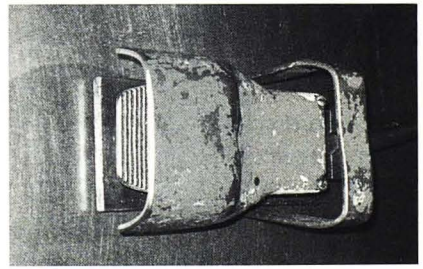


Figura 113

Condiciones de utilización

Aparte de su utilización para la puesta en marcha y parada de ciertos tipos de máquinas, tales como las máquinas portátiles, este dispositivo de mando se suele utilizar conjuntamente con otras medidas preventivas, tales como la velocidad reducida, visualización de la zona de movimientos o el esfuerzo reducido y, además, también puede ir acompañado de otros dispositivos de protección, tales como las barras sensibles. En general, en estas condiciones, se necesita un dispositivo de selección para anular el sistema de protección previsto para el proceso de trabajo y permitir este modo de mando y funcionamiento.

Se utiliza para operaciones de reglaje, limpieza, etc., o cuando, en ciertos tipos de equipos de trabajo, es necesario anular el sistema de protección utilizado durante la producción normal del equipo. En estos casos, el equipo de trabajo debe disponer del correspondiente sistema de selección de modo de funcionamiento y de mando. Una vez seleccionada dicha forma de mando, el movimiento sólo podrá efectuarse desde el órgano correspondiente a la posición seleccionada. Esta selección deberá ser realizada por una persona responsable y autorizada para ello, utilizando para ello una llave que estará sólo en su poder.

En cierto tipo de equipos de trabajo, tales como plegadoras o ciertas punzonadoras, se puede utilizar este dispositivo en producción, si además está asociado a una velocidad de trabajo reducida. La norma UNE-EN 12622 ISO, de prensas plegadoras hidráulicas, fija una velocidad inferior a 10 mm./s.

En trabajos de reglaje, ciclos de prueba, mantenimiento y lubricación para prensas con embrague de revolución parcial, se admite el mando sensitivo en baja velocidad (< 10 mm./s), pero no sería admisible en prensas de revolución completa.

Mando de marcha a impulsos

Es un dispositivo de mando cuyo accionamiento permite solamente un desplazamiento limitado (p. ej.: paso a paso) de un elemento de un equipo de trabajo, reduciendo así el riesgo lo más posible, ya que queda excluido cualquier otro movimiento hasta que el órgano de accionamiento se suelte y sea accionado de nuevo.

Condiciones de utilización

Se utiliza, al igual que el mando sensitivo, para operaciones de ajuste, reglaje o limpieza por lo que para acceder a esta forma de mando es preciso seleccionarla previamente.

Los recorridos que se suelen permitir son, en general, pequeños (del orden de algunos milímetros).

Dispositivos de retención mecánica

Es un dispositivo cuya función es insertar, en un mecanismo, un obstáculo mecánico (cuña, pasador, bloque, calce, etc.) que, por su resistencia mecánica, es capaz de oponerse a cualquier movimiento peligroso como es el caso de evitar el descenso de la maza de una prensa hidráulica o excéntrica (Figura 114).

Cuando el dispositivo no sea capaz de soportar toda la fuerza que podría ejercer el equipo de trabajo, por ejemplo en el caso de algunas prensas excéntricas, este dispositivo deberá estar enclavado con el mando de la prensa, de tal forma que impida la puesta en marcha del equipo de trabajo. Mayor fiabilidad obtendríamos con un enclavamiento en el circuito de potencia.

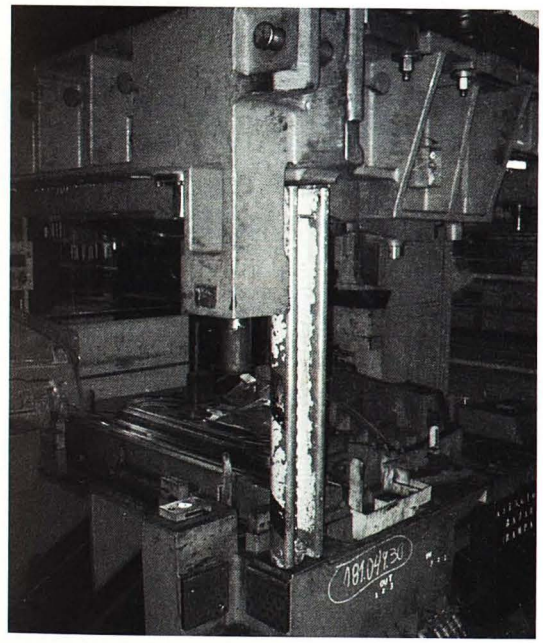


Figura 114

En la Figura 115, se muestra un bloque de seguridad que no es capaz de absorber la totalidad de la fuerza de la prensa que dispone de un enclavamiento en el circuito de potencia por medio de clavija y base.

En aquellas prensas con una longitud de recorrido de apertura mayor de 500 mm. y una profundidad (ancho) de la mesa mayor que 800 mm. el dispositivo bloque de seguridad debe estar permanentemente fijado e integrado en la prensa.



Figura 115

En otros equipos, puede estar o no integrado en el equipo de trabajo. En el caso de equipos de trabajo ya en servicio, para los que la evaluación de riesgos determina que es necesaria su utilización, deberá estar integrado en el equipo de trabajo.

En la Figura 116, se observa una cinta transportadora, con regulación en altura por medio de un sistema electromecánico. En operaciones de mantenimiento se requiere el acceso a la zona inferior de la cinta. Dispone de dos bloques metálicos para su colocación en diagonal entre la parte inferior de la cinta y su zona superior regulable en altura.

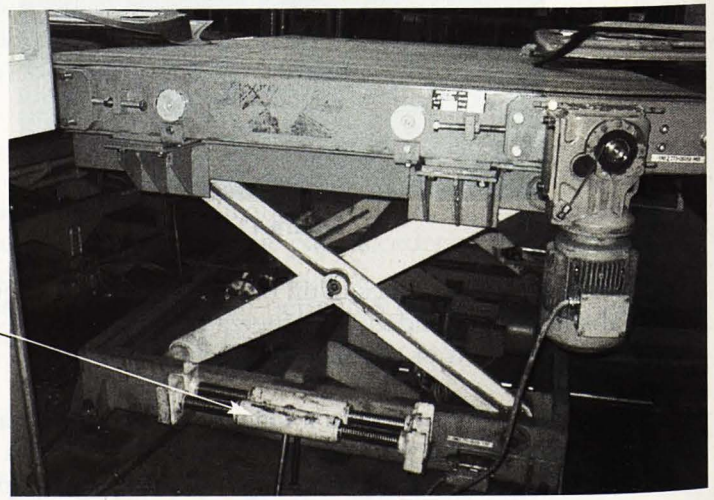


Figura 116

En la Figura 117 aparece un sistema de retención mecánica, de accionamiento neumático, para un transportador de barras elevable. Este transportador puede enclavarse a dos alturas.

En la misma fotografía se pueden apreciar los dos detectores de posición que enclavan el circuito de mando cuando se bloquea el transporte.

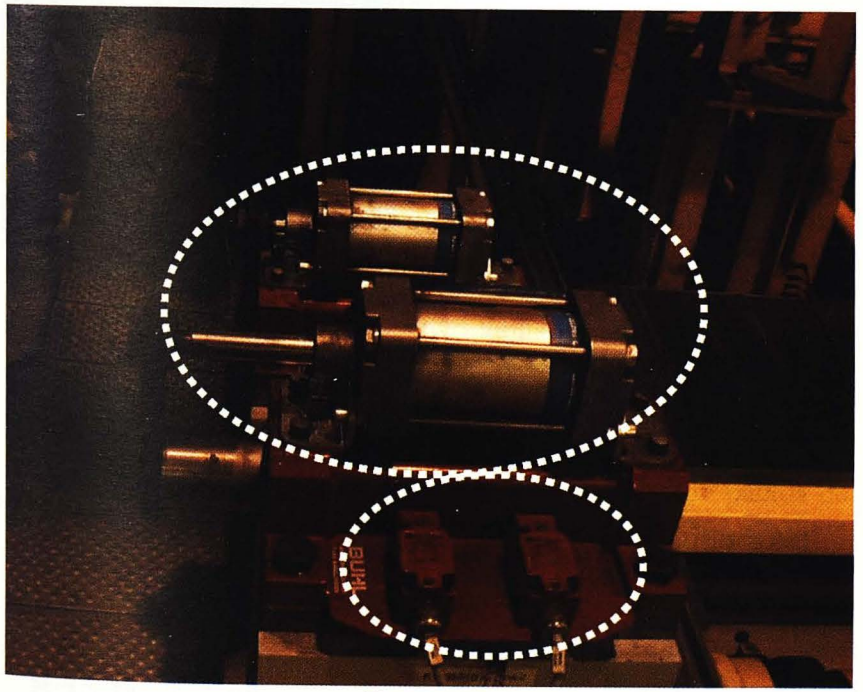


Figura 117

En la Figura 118 aparece un sistema de retención mecánica de accionamiento manual, el cual fija en la posición elevada un carro de soldadura. Este dispositivo dispondrá de detectores de posición, que enclaven el circuito de mando cuando se bloquea el sistema.

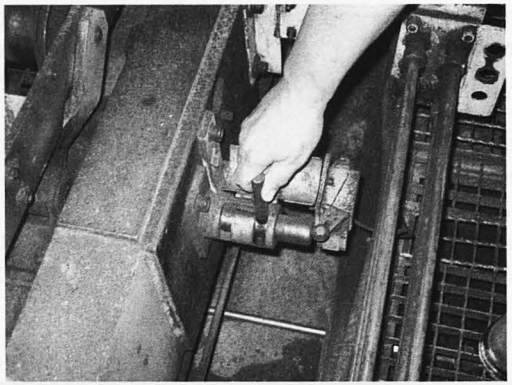


Figura 118

Dispositivos limitadores de parámetros peligrosos

Son dispositivos que impiden que se sobrepase un límite establecido. Entre los parámetros para los que puede ser necesario no sobrepasar ciertos límites físicos, destacamos los siguientes:

- Presión.
- Nivel.
- Caudal.
- Temperatura.
- Recorrido.
- Velocidades.
- Esfuerzos.
- Etc.

Estos dispositivos pueden estar o no incluidos en el sistema de mando de la máquina. Algunos ejemplos son:

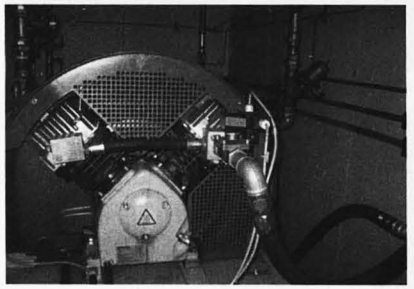


Figura 119. Presostato que impide sobrepresiones en un compresor, actuando en la maniobra de mando, cuando se alcanza la presión máxima de funcionamiento.

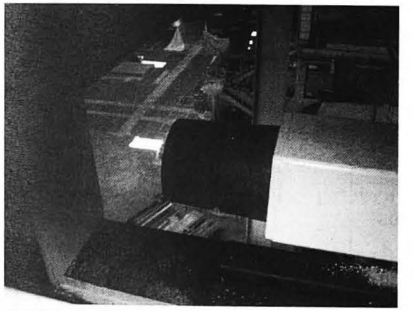


Figura 120. Tope físico o limitador de recorrido del carro transversal de un puente grúa.

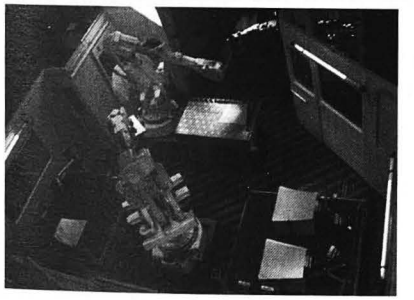


Figura 121. Los robots tienen en todos los ejes, limitadores de esfuerzo, de tal forma que un exceso de consumo es detectado, generando una parada.

En el apartado de instalaciones hidráulicas y neumáticas, de este capítulo, aparece algún otro dispositivo limitador como, por ejemplo, válvulas limitadoras de caudal.

Parada emergencia

Las máquinas deben estar provistas de dispositivos de parada de emergencia, independientemente del tipo de energía utilizada, excepto:

- Las máquinas en las que el dispositivo de parada de emergencia no pueda reducir el riesgo, ya sea porque no reduce el tiempo para obtener la parada normal o bien porque no permite adoptar las medidas particulares que exige el riesgo.
- Las máquinas portátiles y las máquinas guiadas a mano.

La norma UNE-EN ISO 13850, fija los aspectos funcionales y principios para el diseño de los equipos de parada de emergencia.

La parada de emergencia tiene como función evitar la aparición de peligros o reducir los riesgos existentes que puedan perjudicar a las personas, a la máquina o al trabajo en curso. La Figura 122 muestra la delimitación funcional del equipo de parada de emergencia.

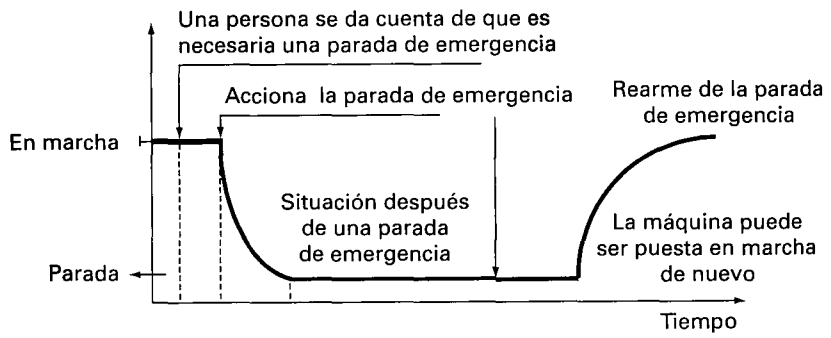


Figura 122

Las características son:

- La función de parada de emergencia debe estar disponible y ser operativa permanentemente, cualquiera que sea el modo de funcionamiento.
- La función de parada de emergencia no debe ser utilizado como alternativa de una medida de protección ni de otras funciones de seguridad. Es una medida preventiva complementaria.
- Después de actuar sobre el órgano de accionamiento, el equipo de parada de emergencia debe funcionar de modo que se evite el peligro o se reduzca el riesgo automáticamente, de la mejor manera posible. Nunca incrementará el riesgo.
- El equipo de parada de emergencia debe estar diseñado de manera que la decisión de actuar sobre un órgano de accionamiento de parada de emergencia no requiera del operador ninguna reflexión acerca de los efectos resultantes (zona comprendida por la parada, deceleración, etc.).
- La orden de parada debe tener prioridad sobre todas las demás órdenes.
- La respuesta de la máquina a la orden de parada de emergencia no debe generar ningún peligro suplementario.

La función de parada de emergencia no debe perjudicar la eficacia de los dispositivos de protección o de los dispositivos que tengan una función de seguridad, además:

- Debe ser prioritaria sobre todas las funciones y todos los modos de funcionamiento de la máquina, como por ejemplo: automático, manual, ciclo a ciclo, etc.
- La energía de los accionadores que pueda ocasionar condiciones peligrosas debe suprimirse, tan rápido como sea posible, sin crear otros peligros.
- Su rearme no debe provocar un nuevo arranque.

La parada de emergencia debe funcionar como parada de Categoría 0 ó 1. La selección de la categoría de la parada de emergencia debe determinarse en función de la evaluación del riesgo de la máquina.

- Una parada de **categoría 0**. Es decir, interrupción inmediata de la alimentación de energía a los accionadores, o desconexión mecánica (desembrague) entre los elementos peligrosos y sus accionadores, y si es necesario, frenado (parada no controlada).
- Una parada de **categoría 1**. Es decir, parada controlada, en la que se mantienen alimentados los accionadores para que puedan detener la máquina, e interrupción de la alimentación de energía cuando se ha obtenido la parada.

Los órganos de accionamiento de la parada de emergencia deben estar diseñados para que puedan ser accionados con facilidad por el operador y por otras personas que puedan verse en la necesidad de utilizarlos.

Se pueden utilizar diversos tipos de órganos de accionamiento:

- Pulsadores en forma de seta.
- Alambres, cables y barras.
- Manillas.
- En aplicaciones particulares, pedales, sin cubierta de protección.

El mando más extendido es el pulsador en forma de seta. En este mando el accionador deberá ser rojo sobre fondo amarillo (Figura 123).

En algunas ocasiones el pulsador en forma de seta puede llevar asociada una llave, sin la cual no será posible realizar el rearme de la seta de emergencia. De esta explicación se deduce que la persona



Figura 123

que pulsa y enclava la seta de emergencia debería llevarse la llave para evitar que otras personas puedan rearmar la emergencia y poner la máquina en funcionamiento (Figura 124).

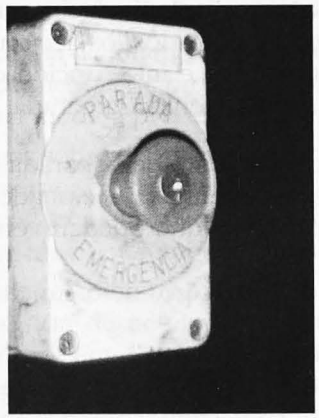


Figura 124

Cualquier actuación sobre el órgano de accionamiento que dé lugar a que se provoque la orden de parada de emergencia, también debe conducir al bloqueo mecánico del auxiliar de mando, es decir, la seta o botón de accionamiento. De manera que, cuando cesa la acción, se mantenga la orden de parada de emergencia hasta que el auxiliar de mando sea rearmado desbloqueado. No debe ser posible obtener el bloqueo mecánico del auxiliar de mando sin provocar la orden de parada.

El rearme del auxiliar de mando no debe ser posible más que por una acción manual sobre el propio auxiliar de mando, y cumpliendo lo siguiente:

- No debe provocar por sí mismo una nueva puesta en marcha.
- No debe ser posible volver a poner la máquina en marcha mientras todos los auxiliares de mando que hayan sido accionados, no hayan sido rearmados, individual e intencionadamente, mediante una acción manual.

Los dispositivos de parada de emergencia eléctricos deben ser conformes a la norma IEC 60947-5-5.

Cuando la máquina está dividida en varias zonas de parada de emergencia el sistema, en su conjunto, debe estar diseñado de manera que sea fácil distinguir qué órganos de accionamiento corresponden a una zona determinada. Asimismo, cuando existan dos o más máquinas formando una célula de fabricación, la orden de parada de emergencia, en cualquiera de ellas, provocará la parada de todas las máquinas que trabajen conjuntamente, cuando menos en el modo de funcionamiento automático.

En algunas instalaciones el riesgo está presente de forma continuada o la posición de los operarios que actúan en esa máquina es cambiante, por lo que se requiere un sistema de emergencia continuo o que cubra toda la zona. En esas situaciones el cable tirón tiene aplicación (Figuras 125 y 126) y algunas de las características que debe reunir son las siguientes:

- En caso de que el cable o el alambre se rompa o desenganche, la orden de parada de emergencia se debe provocar automáticamente.
- Estará separado de los objetos más próximos, para facilitar su accionamiento y será visible para los operadores, por ejemplo utilizando banderolas.
- Es conveniente que los medios de rearme estén situados de manera que toda la longitud del cable o del alambre sea visible para una persona situada junto a ellos y pretenda rearmar el dispositivo.

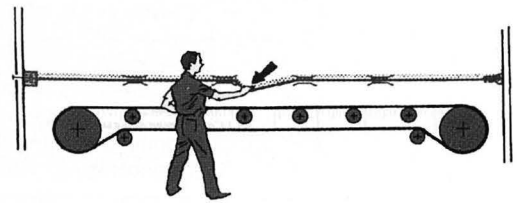


Figura 125

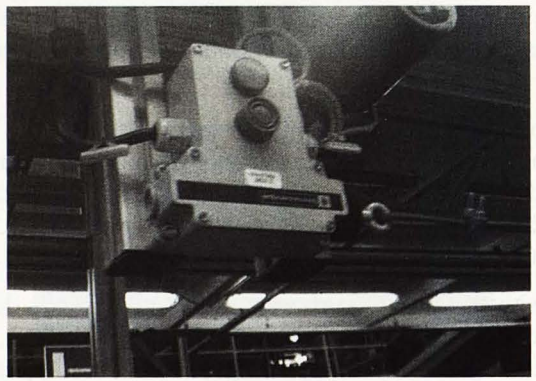


Figura 126. Detalle del interruptor de tirón, donde se aprecia el botón (azul), de rearme del interruptor, que debe ser pulsado después de realizar una parada de emergencia con este dispositivo y previo a la puesta en marcha de la instalación.

En la Figura 127, aparece un cuadro con algunas de las anomalías que deberán detectar los elementos de control asociados a una emergencia.

Categoría de riesgo (en 954)	Teclas de:		Contemplación de errores Reconocimiento de:
	Paro emergencia	Inicio	
CATEGORÍAS **B y 1**	P.E.	Inicio	Derivación a tierra
CATEGORÍA **2**	P.E.	Inicio	Derivación a tierra Errores en los canales de seguridad
CATEGORÍA **3**	+ P.E.	Inicio	Derivación a tierra Errores en los canales de seguridad Errores en las teclas
CATEGORÍA **4**	± P.E.	Inicio	Derivación a tierra Errores en los canales de seguridad Errores en las teclas Cortocircuitos en las teclas de reconocido

Figura 127

Seguridad en instalaciones neumáticas e hidráulicas

La utilización de la energía neumática e hidráulica en las empresas es muy común y existen muchas máquinas e instalaciones con este tipo de energía.

En cuanto al aire comprimido existe multitud de movimientos lineales en máquinas con procesos robotizados, hasta la aplicación de las grandes fuerzas necesarias para las prensas neumáticas.

El fluido en neumática, es decir el aire, es un elemento fácil de comprimir, de almacenar y transportar. Otro aspecto importante a considerar, tanto en la neumática como en la hidráulica, es la utilización asociada de la electricidad, esto ha generado un alto desarrollo así como también ha contribuido a mejorar aspectos relativos a la seguridad (Figuras 128 a 131).

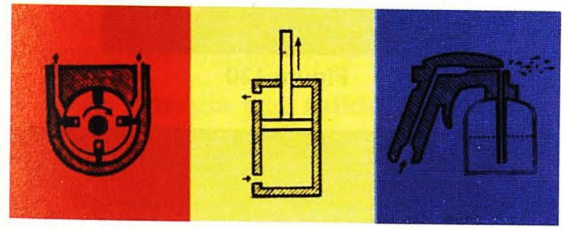


Figura 128. Aplicaciones neumáticas.

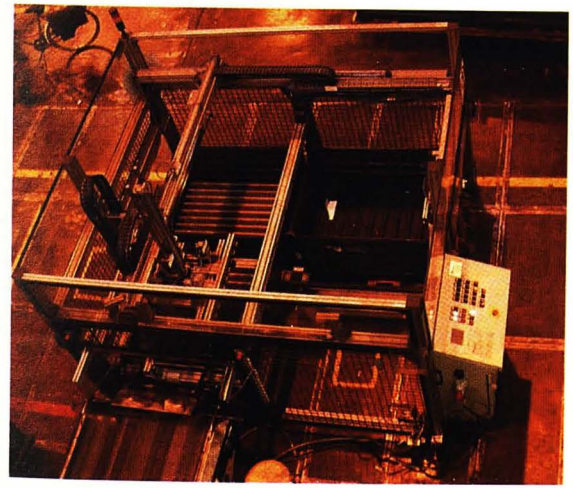


Figura 129. Instalación neumática de descarga automática de una línea de prensas.

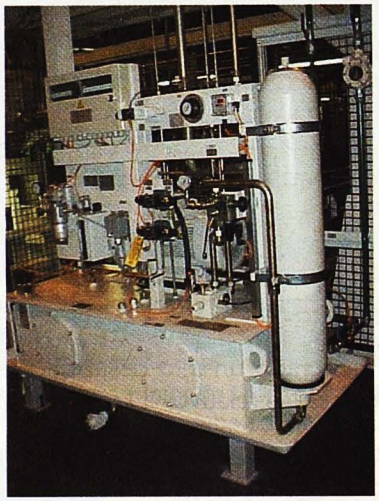


Figura 130



Figura 131

En la Figura 130, aparece un grupo hidráulico de una prensa mecánica. En la Figura 131 existe una plataforma articulada hidráulica.

La hidráulica permite movimientos más precisos, a la vez que potentes, lo cual le confiere un campo de aplicación importante.

Existen dos normas EN, que son fundamentales para la seguridad en el manejo de estas energías, y que se han tenido en cuenta en la elaboración de este apartado, y son:

- **UNE-EN 982**. «Seguridad de las máquinas. Requisitos de seguridad para sistemas y componentes para trasmisiones hidráulicas y neumáticas. Hidráulica».
- **UNE-EN 983**. «Seguridad de las máquinas. Requisitos de seguridad para sistemas y componentes para transmisiones hidráulicas y neumáticas. Neumática».

Definiciones:

Hidráulica: Ciencia y tecnología que tiene por objeto el empleo de un fluido hidráulico como medio transmisor de energía.

Neumática: Ciencia y tecnología que trata del empleo de aire o de gases neutros como medio transmisor de energía.

Transmisión de energía por fluido: Sistema o método por el cual la energía y las señales pueden ser transmitidas, controladas y distribuidas utilizando un fluido a presión como elemento transmisor.

Sistema: Conjunto de componentes interconectados, que transmiten y controlan la energía del fluido.

Componente: Unidad individual (por ejemplo: cilindro, válvula, filtro) que, comprendiendo una o más partes, está diseñada para ser una parte fundamental dentro de un sistema de transmisión de energía por fluido.

Presión máxima de trabajo: la mayor presión para la que está previsto que un sistema o una parte de un sistema funcione en condiciones de régimen permanente.

Presión máxima: La mayor presión para la que está previsto que un componente realice un número suficiente de ciclos con el fin de asegurar una vida adecuada en servicio.

Accionador: Componente que transforma la energía que posee un fluido en energía mecánica, por ejemplo: motor: accionador rotativo; cilindro (accionador lineal); etc.

Tubería: Cualquier combinación de racores, acoplamientos o conectores con tubo, rígidos o flexibles, que permiten el paso de un fluido entre los componentes.

Gas neutro: gas con propiedades similares a las del aire y que no reacciona a los efectos de la presión y / o de la temperatura de manera diferente a la del aire.

Las instalaciones hidráulicas y neumáticas llevan asociados una serie de peligros que se enumeran a continuación:

- Riesgos mecánicos debidos a: la forma; la posición relativa; la masa y la estabilidad (la energía potencial de los elementos); masa y la velocidad (energía cinética) inadecuada resistencia mecánica y la acumulación de energía potencial en muelles, gases a presión, vacío y fugas.
- Riesgos eléctricos.
- Riesgos térmicos.
- Riesgos producidos por el ruido.
- Riesgos producidos por materiales y sustancias empleados en las instalaciones.
- Riesgos producidos por paradas intempestivas.
- Riesgos por errores de montaje.
- Riesgos causados por la ausencia temporal y/o la ubicación incorrecta de las medidas o medios relativos a la seguridad, como por ejemplo la falta de dispositivos de separación de las fuentes de energía.

Algunas seguridades relativas al diseño de sistemas hidráulicos y neumáticos son:

- Todas las partes del sistema deben estar diseñadas o protegidas contra las presiones que excedan de la presión máxima de trabajo.
- Las pérdidas de presión, de carga o de vacío no darán lugar a peligros.
- Las fugas o fallos de componentes no darán lugar a chorros peligros de fluidos.
- Los sistemas se deben diseñar y construir de manera que los componentes sean accesibles y puedan ser ajustados y mantenidos de manera segura.
- Los sistemas hidráulicos y neumáticos permitirán la separación de las fuentes de energía (eléctrica, hidráulica, neumática, gravedad, etc.).
- El fluido utilizado no debe exceder los límites específicos de presión dentro de los cuales el sistema se puede utilizar de manera segura.

- En los sistemas hidráulicos se debe tener en cuenta que las temperaturas de las superficies no excedan los límites admisibles.
- En los sistemas neumáticos se debe minimizar los peligros debidos a sustancias peligrosas transportadas por el aire de escape.
- Para realizar su transporte, las tuberías y componentes deben estar perfectamente identificados según planos y esquemas.
- Todos los elementos estarán protegidos frente a agresiones externas.
- Los depósitos y recipientes se pondrán automáticamente a la presión atmosférica cuando se desconecte la máquina.

Los acumuladores hidráulicos cargados con gas, deben:

- Despresurizar el fluido de forma automática o bien, aislar el acumulador positivamente cuando el sistema esté desconectado.
- Deben emplearse dentro de los límites nominales de presión, temperatura y condiciones ambientales.
- Está prohibido modificar los acumuladores cargados con gas mediante mecanizado, soldadura o cualquier otro medio.
- Deberán llevar los requisitos específicos de marcado:
  - — Fecha de fabricación, número de serie, volumen e intervalo de temperaturas y presión de precarga del gas.
  - — Advertencias, como por ejemplo: «**Atención – Depósito a presión. Descargar antes de desmontar. Usar solamente gas de precarga (por ejemplo nitrógeno)**».

En la primera parte de este apartado se han señalado los diferentes tipos de peligros que se pueden presentar en este tipo de instalaciones. A continuación, se va hacer hincapié en los sistemas de prevención y protección ante algunos riesgos no mecánicos relacionados con higiene industrial, para después tratar los riesgos mecánicos, que son los que mayor incidencia y gravedad presentan.

Sistemas de prevención y protección

Riesgos no mecánicos

Ruido:

Es necesario tomar medidas contra los ruidos de nivel peligroso, debidos a los flujos de aire de escape del sistema neumático que pue-

den, a lo largo del tiempo, causar a los operarios pérdidas de oído. La utilización de silenciadores reducirá los niveles existentes, pudiendo llegar a reducir hasta 30 db (A).

Estos silenciadores trabajan fundamentalmente bajo el principio de la estrangulación del aire de escape, como elementos de amortiguación se utilizan materiales sintéticos, porosos o paquetes de fibra (Figura 132).

Otra posibilidad para disminuir el ruido, es la aplicación de baterías con conexiones de desaireación de las válvulas. El aire de escape acumulado tiene la posibilidad de escapar conjuntamente, por medio de un gran silenciador o bien conducido hacia un recipiente colector.



Figura 132. Escapes libres. Silenciadores.

Nieblas de aceite:

En algunas ocasiones están generadas por aceite del compresor, en otras por aceites lubricantes para las herramientas e instalaciones neumáticas, y esto hace que el aire contenga aceite que permanece suspendido en el ambiente durante cierto tiempo, pudiendo ser respirado por las personas que se encuentran en el lugar. Una parte importante de ese aceite se proyecta por los escapes de las válvulas.

Por este motivo, se recomienda el uso de filtros silenciadores que retengan los contaminantes que están en suspensión en el aire, tales como las nieblas de aceite (Figura 133).

En el mercado existen filtros que pueden llegar a retener hasta el 99% del aceite y amortiguar 35 db (A).

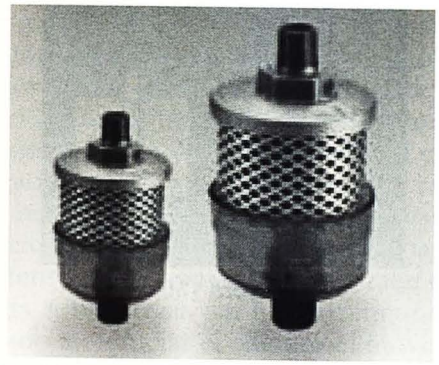


Figura 133. Fistros silenciadores con retención de aceites.

POLVO Y PARTÍCULAS

Cuanto más se comprime el aire, mayor concentración de suciedad se produce, lo que representa que el aire de escape procedente de las líneas o de los sistemas neumáticos puede provocar riesgos a los operarios

Es conveniente una correcta ubicación del compresor en zonas donde el aire no este con partículas ni viciado (Figura 134).

La proyección de partículas es el riesgo al que, posiblemente, se le da menos importancia, y sin embargo es la causa de numerosos accidentes que pueden ser de extremada gravedad, (Figura 135).



Figura 134. Correcta ubicación del compresor.

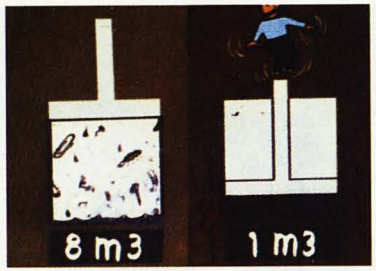


Figura 135

Estos accidentes se producen casi exclusivamente como consecuencia de la inadecuada utilización del aire comprimido en las operaciones de limpieza.

Es frecuente observar cómo un operario realiza operaciones de limpieza de una máquina, de una pieza o de él mismo, utilizando una manguera que suministra aire comprimido a la presión normal de trabajo.

Lo correcto sería prohibir este tipo de actuaciones. En aquellos procesos en los que no fuese posible, se debe disponer de pistolas especiales y colocar una válvula reguladora de presión que proporcione como máximo 2 atmósferas para este tipo de operaciones.

Nunca se deben de obturar los orificios de escape manualmente, por el riesgo que conlleva que el aire penetre bajo la piel de quien realice esta operación.

Al realizar ajustes operativos en los reguladores del caudal, tornillos de amortiguación, etc. se tendrá cuidado de que los componentes roscados no se suelten al someterlos a presión.

Los silenciadores, los filtros de escape y demás tipos de racores de las conexiones no deberían extraerse mientras el sistema está presurizado.

Riesgos mecánicos

Derivados de las partes en movimiento, donde se generarán fundamentalmente atrapamientos y golpes.

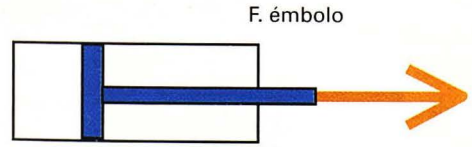
En una instalación neumática, los atrapamientos y golpes serán causados normalmente por los desplazamientos de los elementos de trabajo y, muy especialmente, habrá que considerar las situaciones de peligro que se generan por el comportamiento de estos elementos ante atascos y sobrecargas.

Cuando a un cilindro se le exige una fuerza mayor de la que puede realizar motivada por una solicitud de trabajo o un atasco, este no se deteriora, sino que simplemente se detiene si estaba en movimiento, o no inicia su recorrido si estaba parado. Pero al desaparecer la causa del atasco o de la sobrecarga, el cilindro continuará con el movimiento que estaba realizando o lo iniciará si parte de una posición de reposo. Por este motivo los atascos o sobrecargas son extremadamente peligrosos pues, al quedar parado el cilindro, le hace parecer inofensivo y el operario puede tratar de quitar el atasco o el origen de las sobrecargas sin tomar ninguna precaución, pudiendo ser atrapado al reiniciar el cilindro el movimiento.

Otra de las causas que provocan estas paradas anormales se encuentran en la flexión del vástago del cilindro, provocadas por una aplicación de fuerzas perpendicular es a su recorrido.

Por las características técnicas de los cilindros, éstos sólo pueden realizar fuerza en ambos sentidos en la dirección del vástago, por lo que que, ligeras fuerzas realizadas sobre éste y cuya dirección forme un cierto ángulo con su eje pueden también detener o impedir el movimiento del cilindro. Este efecto adquiere su mayor importancia cuando el cilindro trabaja sustentando una carga y realiza amplios desplazamientos. Elegir adecuadamente el cilindro y reforzar su vástago, ya sea por construcción o utilizando unidades guía, son las mejores soluciones para eliminar estos peligros.

Los golpes también serán causados fundamentalmente por el desplazamiento de los cilindros (Figura 136) y serán de mayor importancia si existen movimientos giratorios en algún elemento de la instalación.



F. émbolo = P. red x S émbolo – F fricción

Figura 136

La alta velocidad a la que se realizan estos movimientos hace presuponer que la gravedad de estos accidentes será extrema.

En instalaciones hidráulicas las presiones que se alcanzan son muy superiores a las conseguidas en neumática, con lo cual las fuerzas generadas alcanzarán valores muy superiores a estas.

Para eliminar estos riesgos de atrapamientos y golpes, la solución más eficaz será proteger estas zonas mediante resguardos fijos que impidan el acceso a estos puntos de peligro.

Si por el método de trabajo esta solución no fuera viable, la utilización de resguardos de enclavamiento puede ser la única medida de seguridad fiable para la eliminación de estos riesgos.

Se verificará la no existencia de movimientos:

- Por conexión o desconexión de alimentación de energí eléctrica.
- Reducción de alimentación.
- Desconexión o restablecimiento de la alimentación del fluido.

Otras actuaciones que se pueden aplicar son:

Válvula con sistema candado

Es una válvula 3 vías 2 posiciones (3/2), que permite cerrar el paso de aire «aguas abajo». Estas válvulas tienen la posibilidad de consignación, es decir se le puede colocar un candado en la posición de cerrada, evitando una puesta en marcha que pudiera afectar a los operarios que se encuentren dentro de la instalación. Algunos fabricantes colocan en la válvula la señalización de su posición (cerrada o abierta), en una ventana de la parte superior de la válvula (Figura 137).

Cuando a un cilindro se le exige una fuerza mayor que la que puede realizar, éste no se deteriora, simplemente se detiene, pero al desaparecer el atasco o la sobrecarga, el cilindro continuará con el movimiento que estaba realizando. Para evitar estas situaciones, existen en el mercado válvulas con un pulsador u otros sistemas, que generan una purga de la instalación, descargando el fluido y, por lo tanto, la presión.

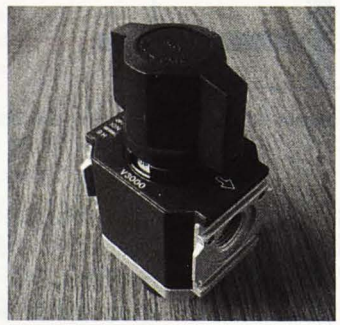


Figura 137

Aísla de la red principal y permite realizar tareas de mantenimiento, revisiones y reparaciones mientras la red principal está presurizada y en funcionamiento.

En algunas ocasiones no es aconsejable el purgado del circuito neumático, ya que puede generar riesgos de mayor magnitud, por ejemplo los cilindros de compensación de una prensa.

Válvula apertura progresiva

Los sistemas neumáticos son peligrosas cuando los cilindros se detienen a mitad de carrera, por el motivo que fuese, ya que al presurizarlos de nuevo se moverán a gran velocidad. Los reguladores de caudal mejoran la situación inicial pero no solucionan este problema.

Esta válvula, de apertura progresiva, permite que el aire llegue de forma gradual hasta el nivel seleccionado antes de que la válvula actúe a pleno rendimiento (Figura 138).

Las válvulas de apertura o arranque progresivo resultan útiles a la hora de garantizar la seguridad cuando se vuelve a presurizar el sistema, después de un vaciado rápido o de emergencia.

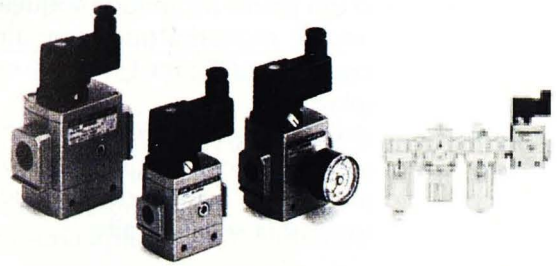


Figura 138. Válvula apertura progresiva.

También es conveniente su aplicación para instalaciones que requieren bastante mantenimiento y ajuste.

Cilindro bloqueo del vástago

Uno de los peligros que con mayor frecuencia se producen en los sistemas neumáticos consiste en el movimiento incontrolado de cilin-

dros montados verticalmente al ser cargados (p. ej. una prensa), ya que al perder el suministro de aire el cilindro, cae por gravedad.

En estos casos la solución pasa por un cilindro con un sistema de bloqueo del vástago.

En el mercado se pueden encontrar varios sistemas, entre ellos los que cuentan con dos cámaras de aire o con cámara de aire y muelle, que es de seguridad positiva (Figura 139).

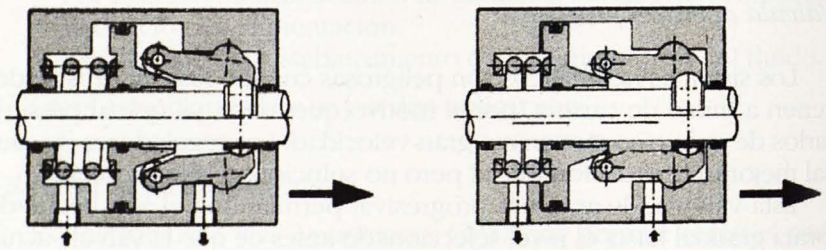


Figura 139

Estos cilindros también tienen una mayor fiabilidad, ya que requeriría una redundancia de señales para su funcionamiento.

En la Figura 139 a, cuando entra aire en la cámara de muelles, empuja la corredera y por medio del plano inclinado bloquea el vástago del cilindro. Para desbloquearlo se requerirá que entre aire en la cámara del lado derecho de la corredera, (Figura 139 b) de esa forma se libera el vástago y puede desplazarse.

En ausencia de aire, debido a que la cámara del lado izquierdo de la corredera tiene muelles (seguridad positiva), el cilindro no se desplazaría, permanecería bloqueado. La acción del bloqueo entra en funcionamiento cuando desaparece la señal de aire.

Válvula 5/3

Cuando un cilindro de doble efecto está gobernado por una válvula 4/2 (4 vías y dos posiciones), las opciones que tiene ese sistema son pocas, o lo que es lo mismo, ante un movimiento en manual nunca se podrá realizar un control del mismo, porque cuando se pulse, iniciará el movimiento y no se detendrá hasta que lo concluya, pudiendo generar un riesgo de atrapamiento, además de incumplir en algún caso la normativa en vigor.

Algo parecido sucede cuando se tienen paros de emergencia en instalaciones neumáticas, se pueden hacer ir a cualquiera de sus extremos, pero no sería posible controlar el vástago en la posición intermedia.

Las soluciones a estos problemas pasan o bien por una válvula 4/2 ó 5/2 con antirretornos pilotados o bien por colocar una válvula 5/3 con CENTROS CERRADOS (Figura 140).

	1/8″	Centro cerrado
	1/8″	Presión cerrado A, B en escape
	1/8″	Presión comunicada en A y B

Figura 140

En cilindros de doble efecto, que se muevan en manual (con accesibilidad a la instalación), es necesario colocar una válvula 5/3, con centros cerrados (Figura 141).

También sería aplicable a la hidráulica.

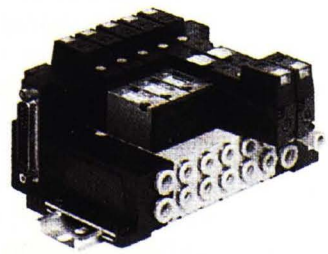


Figura 141

Doble mando

El funcionamiento de algunas máquinas puede hacer necesario que los operadores tengan acceso a las zonas peligrosas para llevar a cabo la carga, descarga o cualquier otro tipo de tarea manual.

Los dobles mandos se pueden configurar con instalación totalmente neumática (Figura 142).

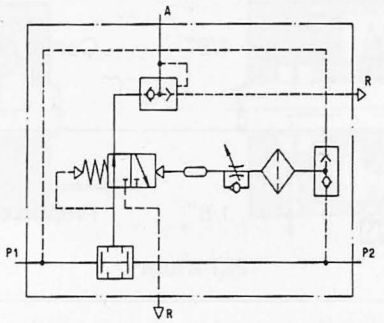


Figura 142. Esquema del doble mando neumático. No están representados los pulsadores que estarían asociados a P1 y P2.

Este sistema debe complementarse con una adecuada distancia de seguridad (EN 999).

Enchufes rápidos «antilatigazos»

En algunas ocasiones, las instalaciones fijas tienen mangueras flexibles de aire, como también sucede con las instalaciones provisionales, así como para el caso de trabajos ocasionales. En estos casos una tarea habitual es conectar/desconectar las mangueras.

Esta conexión se hace mediante enchufes rápidos, que son dos elementos (macho y hembra) que encajan entre sí (Figura 143).

En el mercado se pueden encontrar muchos tipos de conexiones, lo habitual es que el macho no tenga elemento de corte y sí lo tenga la conexión hembra. De tal forma que, la parte de «aguas abajo» de la tubería flexible, se comporte como un depósito de aire comprimido, que se descargaría brutalmente, provocando un fuerte latigazo a una velocidad que puede superar los 80 km/h.

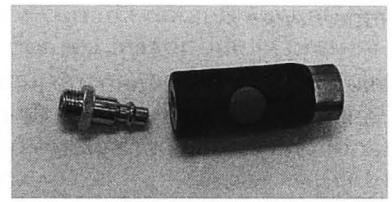


Figura 143

El mando del acoplamiento montado en el extremo de la manguera flexible, se convierte en ese momento en un proyectil, con riesgo de lesiones en cara y ojos, si se escapa de la mano.

Para evitar este riesgo se dispone en el mercado de soluciones, como los «enchufes rápidos antilatigazos». Tal como se puede observar, al pulsar el botón permanece fijado mecánicamente el macho, a la vez que libera la presión existente de aire, al pulsar de nuevo, permite separar las dos partes (Figura 144).

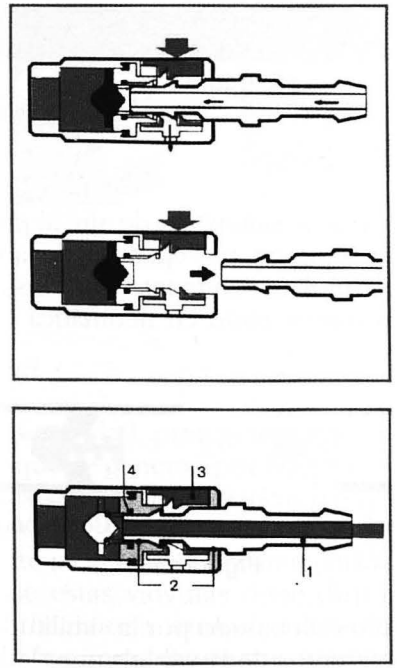


Figura 144

Enchufes rápidos «diferenciados»

Tiene como objeto evitar el «fallo humano», ante una conexión o desconexión de energía neumática, por medio de unos enchufes rápidos que pueden estar diferenciados por colores o incluso por formas geométricas (Figura 145).

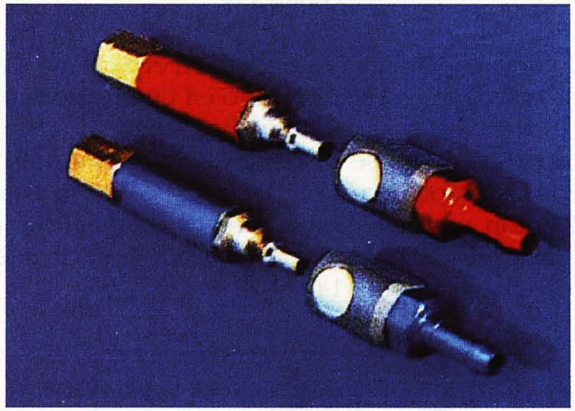


Figura 145

Válvula cierre «exceso caudal»

Estas válvulas, cierran el suministro de aire al producirse un exceso de caudal, como consecuencia, por ejemplo, de la rotura de una tubería. Su aplicación es fundamentalmente para instalaciones flexibles. Su campo de utilización es tanto en neumática como en hidráulica (Figura 146).

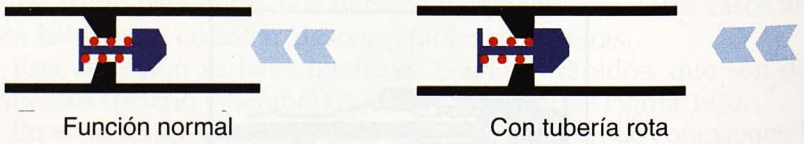


Figura 146

Su funcionamiento está basado por la similitud de la magnitud de presión en ambos extremos de la válvula, ayudado por la acción de un muelle. Cuando se produce una rotura de la tubería, la válvula lo

detecta y permanece cerrada durante tanto tiempo como la presión en el extremo anterior sea mayor que la presión en el extremo posterior. Una vez reparado el escape de la instalación, la válvula permite a la presión de aire igualar los extremos de la misma y devuelve automáticamente la totalidad del caudal. También se denominan válvulas de avalancha.

En las Figuras 147 y 148, aparece una válvula de «exceso caudal», de una plataforma articulada. Está montada a la salida del cilindro hidráulico y si hubiese una rotura del latiguillo, la válvula actuaría, cerrando la salida de aceite y evitando el desplome de la plataforma (zona de articulación del cilindro).

Ver apartado de dispositivos limitadores de parámetros peligrosos de este capítulo.

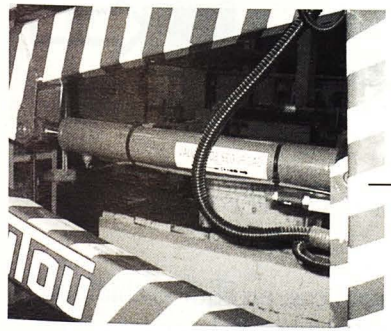


Figura 147

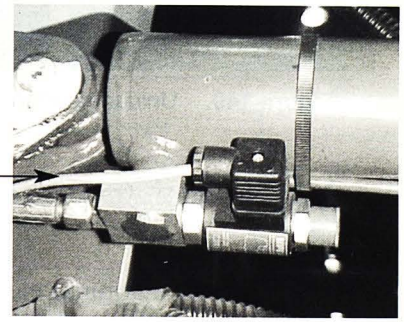


Figura 148

Válvula de seguridad

Las válvulas de seguridad, protegen a la instalación de sobrepresiones, impidiendo que se generen por liberación de las mismas. Tienen aplicación en instalaciones neumáticas e hidráulicas.

En neumática, lo correcto es que estas válvulas estén en el comienzo de la instalación, junto a la unidad de mantenimiento (Figura 149).

La instalación de estas válvulas debe disponerse de tal modo que el aire se dirija hacia una zona alejada del personal y también deben de minimizar los impulsos de presión en todas las partes del sistema.

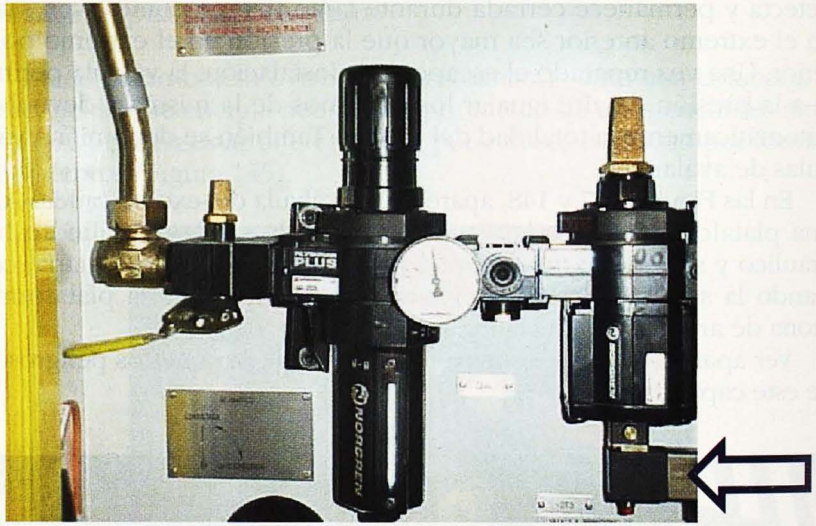


Figura 149. Unidad de mantenimiento con válvula de seguridad.

Sistemas de mando y categorías de mando en equipos hidráulicos y neumáticos

Al igual que en máquinas electromecánicas, en equipos hidráulicos o neumáticos los sistemas de mando y de seguridad, tendrán la resistencia a fallos peligrosos adecuada al nivel de riesgos.

El esquema neumático de la Figura 150, muestra un ejemplo de maniobra de categoría 1 para el enclavamiento (en el circuito de potencia) entre un resguardo móvil y un accionamiento neumático.

Cuando el resguardo está abierto, el rodillo de la válvula 3 vías y dos posiciones, permanece como indica la Figura, de tal forma que impide que llegue presión de aire a la válvula 5 vías y dos posiciones (5/2), que gobierna el cilindro de doble efecto. Una vez que se cierra el resguardo, se activa la roldana de la válvula (3/2) de tal forma que llega presión a la válvula (5/2) y, en estas condiciones, por medio del accionamiento del pedal, pilota neumáticamente la válvula que gobierna el cilindro de doble efecto e inicia su movimiento. Al ser una válvula monoestable (debido al resorte permanece estable en la posición representada en la figura), cuando se deje de actuar sobre el pedal, el cilindro volverá a su posición inicial.

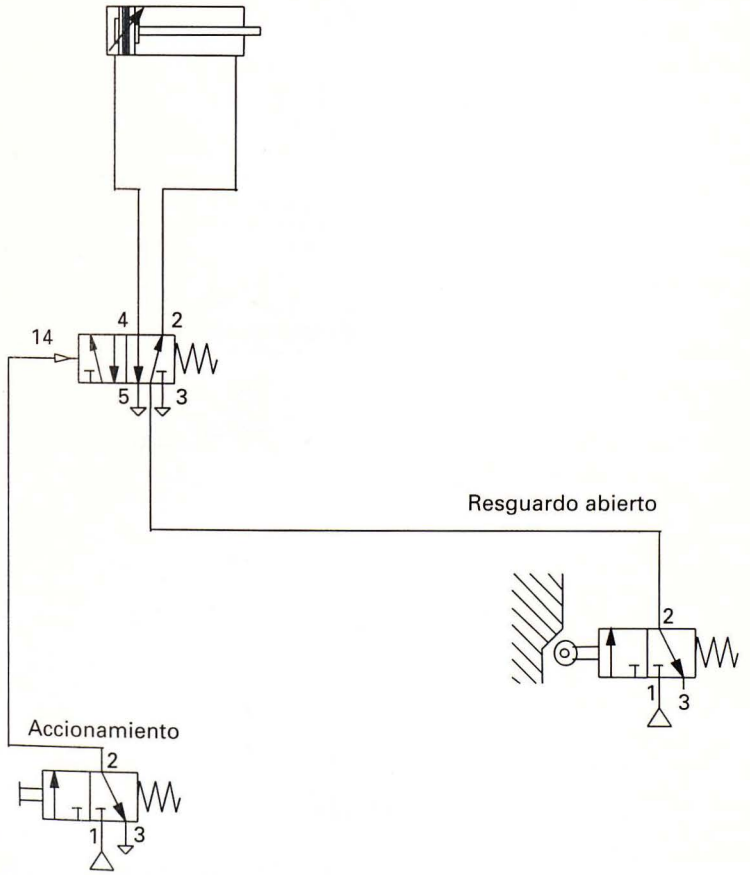


Figura 150

En la Figura 151, se muestra otro ejemplo de categoría 1, en un circuito neumático, con enclavamiento en el circuito de potencia entre un resguardo móvil y un accionamiento neumático

Se diferencia en el accionamiento ya que, en este caso, es por medio de un doble mando.

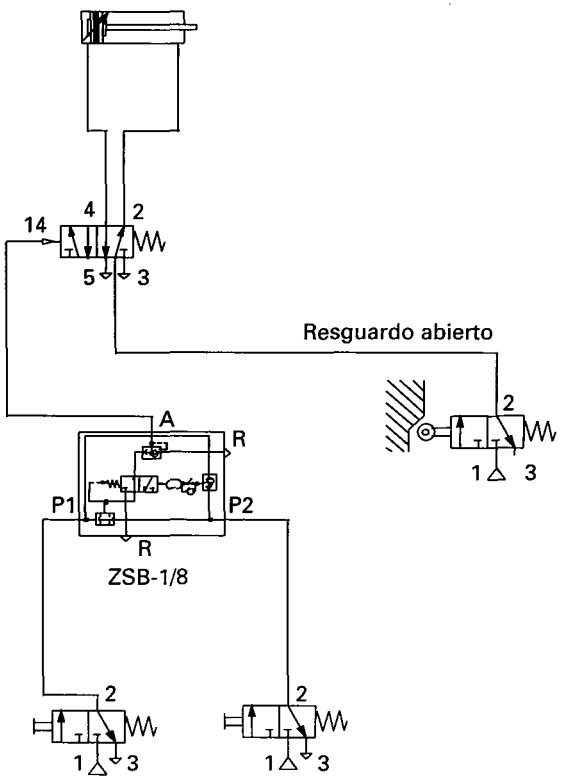


Figura 151

El esquema hidráulico de la Figura 152, muestra un ejemplo de maniobra de categoría 1 para el enclavamiento (en el circuito de potencia) entre un resguardo móvil y un accionamiento. El resguardo móvil actúa sobre una válvula 3/2. Cuando el resguardo está abierto, la válvula cierra la entrada de aceite a presión, impidiendo el pilotaje de la válvula antirretorno, además conecta este pilotaje a tanque.

Cuando se cierra el resguardo, (posición representada en la Figura 148), permite pilotar la válvula antirretorno, por lo que ésta se abre y envía la presión a la electroválvula que gobierna el accionamiento.

El ejemplo de la Figura 153 muestra la maniobra de categoría 3, para el enclavamiento entre un resguardo y la alimentación de presión de mando de un circuito neumático.

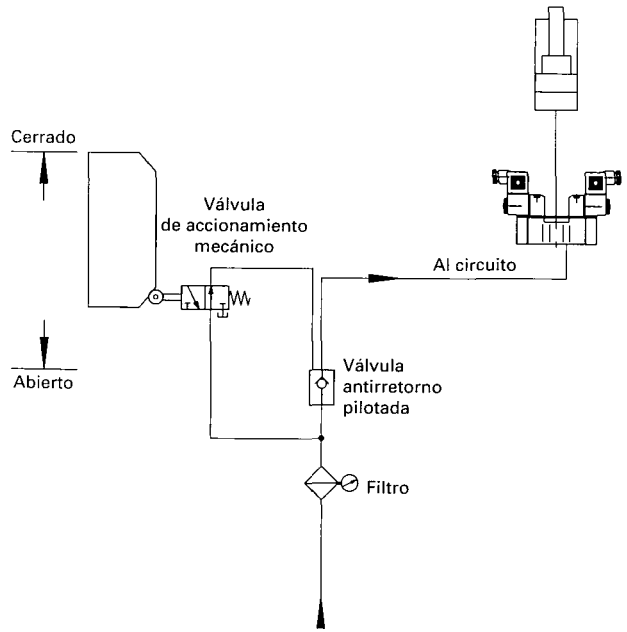


Figura 152

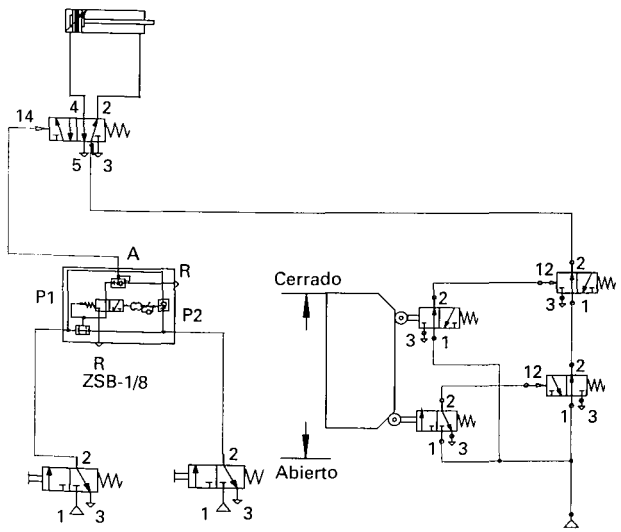


Figura 153

El sistema consiste en un resguardo móvil con dos detectores de posición, que son dos válvulas de tres vías y dos posiciones, una de ellas accionada según el modo positivo y la otra según el modo no positivo. Cada una de ellas gobierna una válvula de tres vías y dos posiciones, que están colocadas en serie (válvulas 1 y 2).

Cuando el resguardo se abre, la válvula accionada según el modo positivo, pilota neumáticamente la válvula 2 y pone a escape la presión de mando que alimenta el circuito neumático de potencia. El segundo interruptor (modo negativo), por la acción del muelle pone el pilotaje de la válvula 1 a escape, descargando la presión existente en el mismo e impidiendo la alimentación del circuito.

Cuando se cierra el resguardo, (representado en el esquema), la válvula accionada según el modo positivo no pilota la válvula 2, y por medio del muelle permite el paso de presión a la válvula 1. La válvula de accionamiento según el modo negativo pilota neumáticamente la válvula 1 y permite el paso de la presión a la válvula cinco vías dos posiciones, que gobierna el cilindro de doble efecto con sistema de amortiguación.

4. BIBLIOGRAFÍA

Guía Técnica para la Evaluación y Prevención de los Riesgos Relativos a la Utilización de los Equipos de Trabajo. Real Decreto 1215/97. Primera Parte. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo.

Manual de Seguridad en el Trabajo. Varios autores. Editorial MAPFRE.

Reglamentación Comunitaria sobre Máquinas. Comentarios sobre las directivas 89/392 y 91/368/CEE. Pierre Massimi, Jean-Pierre Van Gheluwe. Oficina de Publicaciones Oficiales de las Comunidades Europeas.

Normas UNE.

Notas Técnicas de Prevención. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo.

«Catálogo Seguridad de Schneider Electric España, S.A. 2003».

«Catálogo Seguridad de Pilz España, 2002».

«Catálogo Seguridad de Sick, 2003».

«Catálogo de Productos de Seguridad Industrial de Honeywell, 2002».

«Catálogo de Seguridad de Siemens, 2002».

7

Electricidad. Alta tensión

Actualizado por OSCAR MADURGA

1. INTRODUCCIÓN

La energía eléctrica es la forma de energía más utilizada en nuestra vida actual. Prácticamente todo lo que nos rodea depende directa o indirectamente de la electricidad, bien para su elaboración, distribución o simplemente el funcionamiento. La práctica totalidad de los españoles son consumidores de electricidad, tanto es así que a finales de 1.996 las empresas eléctricas en España tenían establecidos casi 18.500.000 contratos para el suministro eléctrico, de los cuales, el 58% correspondía al sector industrial, el 22% a usos domésticos, el 11% a comercio y servicios, el 3% a agricultura y ganadería, el 2% a transporte y el 2% restante a alumbrado público.

La energía eléctrica es una de las formas de energía de más fácil producción y de más sencillo transporte, incluso a largas distancias. Para ello se dispone de un sistema que nos permite que la energía eléctrica se produzca, se transporte y se distribuya a los usuarios. Este sistema se ha ido completando y enriqueciendo con el transcurso de los años como consecuencia de un progresivo aumento de la demanda de energía, derivado de la escalonada modernización del sector industrial y del aumento del nivel de vida y de la población. Por todo ello, la demanda de electricidad va incrementándose de año en año.

Dicho sistema eléctrico permite: generar la electricidad en aquellos lugares cuyo fin es la producción de dicha energía, su transformación o conversión, a unas características que sean propicias para el transporte a larga distancia; volver a transformar tal energía para que pueda ser distribuida en las cercanías de los centros de consumo; y finalmente el consumo. Esta generación y transporte se efectúa en forma de corrientes alternas trifásicas. Las razones fundamentales que hacen más frecuente el uso de corriente alterna como forma de energía en lugar de corriente continua son las siguientes:

- La facilidad que la corriente alterna ofrece para poder transformarse a otros valores de tensión y corriente con el objeto de conseguir una menor pérdida de energía en el transporte. Esto se consigue por medio de una elevación del valor de la tensión a la salida de los centros de producción, obteniendo así unos valores de corriente bajos para una determinada potencia, y de una posterior reducción de dicho valor de tensión a la llegada a los centros de consumo.
- El ahorro económico que supone el utilizar un cable de sección inferior al que debería utilizarse si no se elevara el valor de tensión.
- La simplicidad que caracteriza a los generadores y transformadores que trabajan con este tipo de corrientes.

Sin embargo, pese a esta elevada utilización de la energía eléctrica y a su fácil distribución y transporte, los trabajos que tienen relación con la alta tensión son realizados comúnmente por un número muy reducido de trabajadores, de forma habitual por parte de trabajadores pertenecientes a las empresas del sector de producción, distribución, instalación o mantenimiento de la electricidad, y de forma esporádica por parte de trabajadores pertenecientes a aquellas empresas que, al tener un elevado consumo de corriente eléctrica, disponen de un suministro en alta tensión.

En estas empresas lo más común es encontrar un pequeño centro de transformación, en cuyo interior se incorporan todos los componentes eléctricos, desde la aparamenta de alta tensión hasta los cuadros de baja tensión, aunque, ocasionalmente, también se pueden encontrar empresas que poseen pequeñas subestaciones a la intemperie.

Es precisamente en estas empresas, que disponen de un suministro en alta tensión en las que debido a la escasa frecuencia de realización de las maniobras, deben efectuarse en las instalaciones a que están sometidos por parte de los trabajadores, y a su escasa formación, donde

los riesgos que los trabajadores son mayores, ya que en muchos casos no hay un conocimiento claro de los riesgos, de la secuencia de maniobras a desarrollar, de los equipos de protección individual necesarios que deben utilizarse, etc. Sin embargo no es menos cierto que, entre aquellos trabajadores pertenecientes a empresas relacionadas diariamente con el uso de la electricidad, que están acostumbrados a realizar estas maniobras de forma habitual, es otro factor que se encuentra, en muchos casos, desencadena un elevado número de accidentes, como es el exceso de confianza.

2. ACCIDENTABILIDAD

Realmente, las estadísticas oficiales españolas existentes en torno a esta materia no proporcionan una información lo suficientemente clara que permita identificar qué tipo de energía, de alta o baja tensión, ha provocado un determinado accidente. Por este motivo es difícil precisar con exactitud el número de accidentes que por contacto con la corriente eléctrica de alta tensión se producen en España. Sin embargo el hecho de presumir que el número total de este tipo de accidentes no sea demasiado elevado no implica en absoluto la no existencia de riesgos, máxime si se atiende a que cuando se producen son extremadamente graves las consecuencias derivadas de los accidentes.

3. CRITERIOS TÉCNICOS Y LEGALES DE REFERENCIA

- Real Decreto 614/2001 de Junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.
- Guía Técnica para la evaluación y prevención del Riesgo eléctrico. Ministerio de trabajo y asuntos sociales.
- Reglamento de Líneas eléctricas aéreas de Alta Tensión. Decreto del Ministerio de Industria 3151/1968, BOE de 27 de diciembre de 1968.
- Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en centrales eléctricas, subestaciones y centros de transformación e instrucciones técnicas complementarias. RD 3275/1982 de 12 de noviembre.
- Notas técnicas de prevención del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. Ministerio de trabajo y asuntos sociales.

- Normas UNE.
- Prescripciones de seguridad para Trabajos y maniobras en Instalaciones Eléctricas, redactadas por la comisión permanente de la asociación de Medicina y Seguridad en el Trabajo de UNESA para la industrial eléctrica (AMYS).

4. RIESGOS EN LAS INTERVENCIONES EN ALTA TENSIÓN

Los riesgos que se derivan de la manipulación de alta tensión coinciden básicamente con los descritos para baja tensión. Así pues, se pueden producir contactos eléctricos de diferentes formas:

- Directa, al tocar una parte de la instalación habitualmente en tensión.
- Indirecta, al tocar una parte de la instalación habitualmente sin tensión.
- Como consecuencia de fenómenos disruptivos, es decir, entrar en contacto con la corriente eléctrica sin llegar a tocar físicamente ninguna parte de la instalación, pero acortando tanto la distancia al elemento conductor, que la rigidez dieléctrica del aire, en esa distancia y para esa tensión, no presenta un valor suficiente y se produce el cebado de un arco eléctrico (Figura 1). Debe destacarse la importancia de este tipo de accidentes ya que se puede decir que es un contacto directo aunque se genere sin necesidad de contactar con el elemento en tensión.

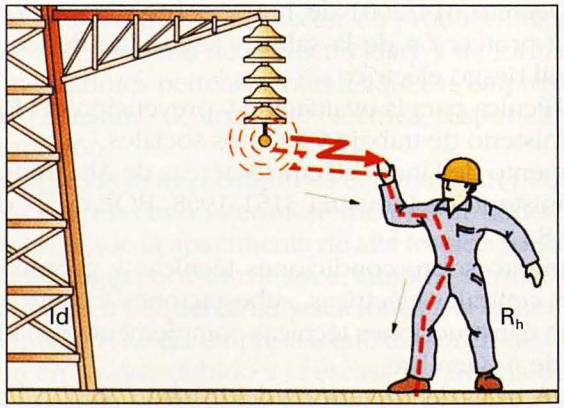


Figura 1

En alta tensión se pueden producir otras situaciones de riesgo que, en apariencia, son diferentes a las explicadas, pero que realmente, pueden considerarse como una combinación o manifestación especial de las descritas. En concreto se hace referencia a los efectos capacitivos, pues no se debe olvidar que cada conductor de fase posee, con relación a tierra, una capacidad y una resistencia uniformemente repartidas a lo largo del mismo, y los fenómenos inductivos, consecuencia de los campos electromagnéticos generados cuando una corriente eléctrica circula por un conductor eléctrico, que pueden generar circulación de corrientes de un valor relativo importante.

5. DEFINICIONES

Alfombra aislante

Tienen la misión de aislar al operario del contacto directo a tierra, pudiendose utilizar tanto para trabajos en baja tensión como en alta tensión. Están fabricadas con: caucho de alta calidad, goma sintética o elastómeros de características similares, normalmente en piezas desde 600 × 600 mm hasta 1.000 × 5.000 mm, e incluso en rollo para su corte a medida, y un grosor de 3 mm, con la superficie rugosa para impedir el deslizamiento (Figura 2).

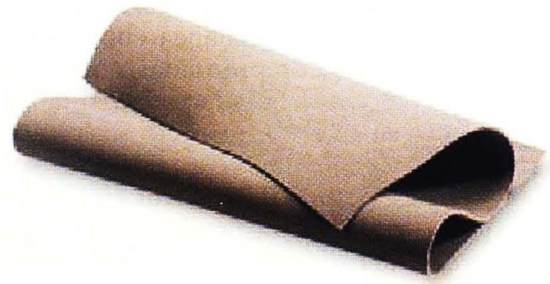


Figura 2. Alfombra aislante.

Presentan el inconveniente de su baja resistencia mecánica, lo que obliga a revisarlas de forma periódica. No deben considerarse como un equipo de protección individual del trabajador.

Alta tensión

Se considera instalación eléctrica de alta tensión al conjunto de aparatos y circuitos asociados en previsión de un fin particular: la producción, conversión, transformación, transmisión, distribución o utilización de la energía eléctrica, cuyas tensiones nominales sean superiores a 1.000 voltios para corriente alterna y 1.500 voltios para corriente continua. Dentro de lo que se considera como Alta tensión se distinguen 3 categorías en función de la tensión nominal de la línea, de primera (de 132 a 380 Kv), de segunda (de 30 a 66 Kv) y de tercera (de 3 a 20 Kv).

Las empresas eléctricas clasifican las líneas eléctricas de forma distinta: media tensión hasta 66 Kv, alta tensión hasta 132 Kv y muy alta tensión a partir de 132 Kv.

Aparamenta eléctrica en alta tensión

Aparatos o dispositivos para maniobra, control, regulación, seguridad y distribución en instalaciones eléctricas con tensión alterna superior a 1.000 V. No se consideran aparamenta los dispositivos o sistemas de generación, transformación, transporte y utilización de la energía eléctrica.

Arco eléctrico

El arco se manifiesta como una columna gaseosa incandescente según una trayectoria más o menos rectilínea entre dos puntos, cuyo núcleo alcanza temperaturas comprendidas entre los 6.000 y los 10.000 °C. Los arcos eléctricos son conductores extremadamente móviles que se desplazan fácilmente bajo el efecto de corrientes de aire. Si en sus desplazamientos se encuentran con piezas metálicas a distinta tensión, se ceban en ellas, pudiendo provocar arcos permanentes de cortocircuito, así como la electrocución de una persona si fuera alcanzada por alguno de estos arcos.

Banqueta aislante

Al igual que la alfombra aislante tiene la misión de aislar al operario respecto a tierra. Consiste en una plataforma rugosa antideslizante (Figura 3) habitualmente de 50 × 50 cm, o 60 × 60 cm, aprox., de polietileno de alto impacto, montada sobre cuatro patas que incorporan tacos de goma que le dan mayor adherencia al suelo.

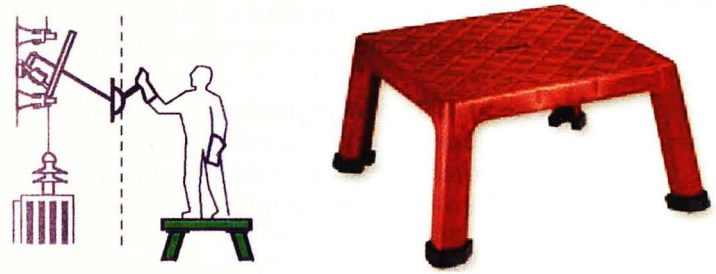


Figura 3. Banqueta aislante para tensiones de hasta 45 Kv.

Las banquetas utilizadas en exterior disponen de aisladores en vez de patas de goma lo que les permite incrementar, hasta alcanzar los valores necesarios, su aislamiento respecto a tierra.

Cortacircuitos fusibles

El cortacircuitos fusible o fusible (Figura 4), es un dispositivo de protección destinado a cortar automáticamente el circuito eléctrico al ser atravesado por una sobreintensidad. Esta sobreintensidad puede ser debida a sobrecargas o cortocircuitos. El corte se produce mediante la fusión de un alambre incluido en el elemento y colocado en serie con el circuito.

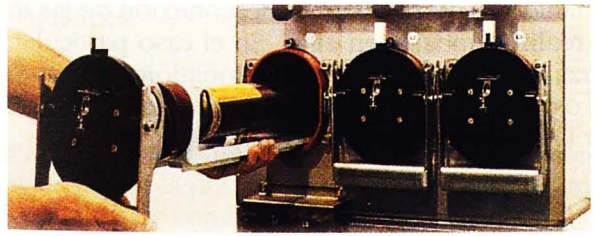


Figura 4. Fusibles.

Interruptores automáticos (disyuntores)

Aparatos mecánicos de corte que permiten efectuar maniobras, tanto de forma manual como mediante relés de maniobra y protección,

en condiciones de funcionamiento normal y con sobreintensidad, siendo capaces de soportar corrientes de cortocircuito durante un tiempo especificado.

Al realizar una maniobra, la interrupción del paso de corriente viene acompañada de la generación de un arco eléctrico. Las formas existentes de eliminar dicho arco reciben el apelativo general de, técnicas de ruptura y se basan en el agente extintor del arco. Se pueden encontrar las siguientes:

- Técnicas de ruptura en aire.
- Técnicas de ruptura en aceite.
- Técnicas de ruptura en hexafluoruro de azufre (SF_6).
- Técnicas de ruptura en vacío.
- Técnicas de ruptura mediante semiconductores o estática.

Maniobra

Intervención concebida para cambiar el estado de una instalación eléctrica, no implicando montaje ni desmontaje de elemento alguno. Se pueden distinguir dos clases de maniobras:

a) Las maniobras encaminadas a modificar el estado de una instalación eléctrica, con el fin de utilizar un equipo, cerrar o abrir un circuito, poner en marcha o parar equipos diseñados para ser utilizados de esta forma sin riesgos, etc.
b) Las maniobras de conexión o desconexión de las instalaciones para realizar trabajos en ellas. En el caso particular de las maniobras realizadas mediante seccionadores, interruptores automáticos, fusibles, etc., es preciso tener en cuenta las capacidades y limitaciones de los diferentes equipos.

Mediciones, ensayos y verificaciones

Actividades concebidas para comprobar el cumplimiento de las especificaciones o condiciones técnicas y de seguridad necesarias para el adecuado funcionamiento de una instalación eléctrica, incluyéndose las dirigidas a comprobar su estado eléctrico, mecánico o térmico, eficacia de protecciones, circuitos de seguridad o maniobra, etc.

Pararayos autovalvula

Dispositivo destinado a absorber las sobretensiones producidas por descargas atmosféricas, por maniobras o por otras causas que, de no estar colocadas las autoválvulas, se descargarían sobre los aisladores o perforarían su aislamiento, ocasionando interrupciones en el sistema eléctrico, desperfectos en la aparamenta, transformadores, etc., y accidentes a los usuarios. Las autoválvulas se hallan permanentemente conectadas entre la línea y tierra (Figura 5).



Figura 5. Autoválvulas.

Parking para sujeción de cables

Equipo destinado a incrementar la libertad del operario en la operación de puesta a tierra de las líneas, compuesto por una cuerda y un embudo abierto, el embudo bloquea el nódulo del pulpo y el conjunto se amarra al poste.

Pértigas aislantes

Equipos fabricados con material aislante, bien en su totalidad, bien un tramo aislante y otro conductor. Las características fundamentales que diferencian las distintas pértigas son la tensión máxima para la que pueden ser utilizadas y su finalidad. Podemos distinguir varios tipos de pértigas que son los siguientes:

Pértigas de maniobra

Modelos habitualmente de longitud fija (Figura 7) dotadas de un gancho de maniobra en la punta (Figura 6) que permite, entre otras cosas accionar aparatos de corte, colocar placas aislantes, etc.



Figura 6. Ganchos de maniobra.



Figura 7. Pértigas de maniobra.

Pértigas de puesta a tierra y en cortocircuito

Tienen por objeto efectuar la puesta a tierra y en cortocircuito de la instalación (Figura 8), (Figura 9) y (Figura 10).



Figura 8. Equipo de puesta a tierra y en cortocircuito para líneas aéreas (pértiga telescópica).



Figura 9. Equipo de puesta a tierra y en cortocircuito para Centros de Transformación (pértiga de maniobra enlazable).

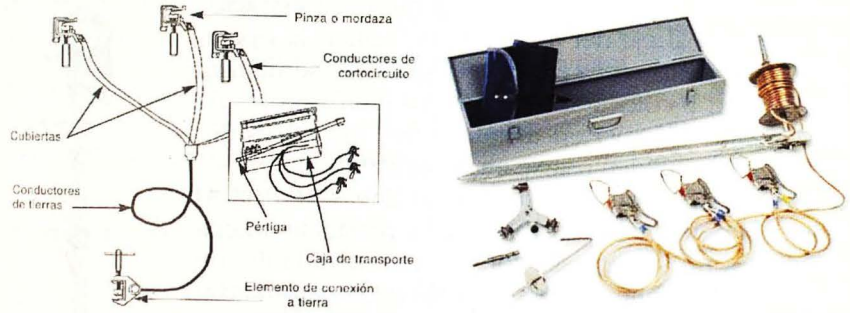


Figura 10. Equipo de puesta a tierra para líneas aéreas.

Pértigas para la medición de alturas

Pértigas de múltiples tramos telescópicos (Figura 11) que se despliegan verticalmente desde el suelo en el punto inferior al de la lectura. Se utilizan para la medición de la altura respecto al suelo de aquellas partes de instalaciones de hasta 66 kV que interesa conocer, sin que sea necesario descargar la línea. Están realizadas con tubo de poliéster reforzado con fibra de vidrio de diámetro variable, con escala de medición en números rojos, y gancho de fijación a la línea.



Figura 11. Pértigas de medición.

Pértigas para trabajos en tensión

Diseñadas, especialmente para efectuar trabajos en tensión y distancia. Las hay para trabajos en tensión de baja tensión (suelen ser de color rojo blanco) y las adecuadas para la ejecución de trabajos en tensión de alta tensión. rellenas de fibra epoxi (suelen ser de color rojo anaranjado).

Pértigas saca fusibles

Estas pértigas están dotadas de una mordaza que, accionada por husillo con el giro de la empuñadura permite realizar el cambio de fusibles de un modo rápido y directo. Este tipo de pértigas pueden ser

rectas o bien estar dotadas de una mordaza inclinada 30° respecto al eje del fusible para facilitar la operación. Las pértigas saca fusibles (Figura 12) se utilizan para extraer o colocar fusibles de los interruptores de alta tensión (25 kV) en instalaciones interiores. En tiempo seco, pueden usarse en las celdas de parques a la intemperie, y en portafusiles de líneas aéreas. Al utilizar la pértiga saca-fusibles, debe prestarse mucha atención a no sobrepasar con las manos el límite de seguridad determinado por el anillo de la empuñadura de la pértiga.

Al igual que el resto de pértigas, debe mantenerse limpia y seca, protegiendo la superficie de la misma con algún material hidrófugo del tipo silicona.



Figura 12. Pértiga saca fusibles

Placas dieléctricas

Se intercalan entre las cuchillas móviles y las fijas de los seccionadores y/o interruptores, cuando la distancia entre los puntos que quedan en tensión y el lugar de intervención es inferior a la distancia de Seguridad (distancia de peligro). Consisten en planchas de material aislante (Figura 13) construidas en una sola hoja rígida. Sus dimensiones deben ser las necesarias para cubrir el punto que se desea proteger.

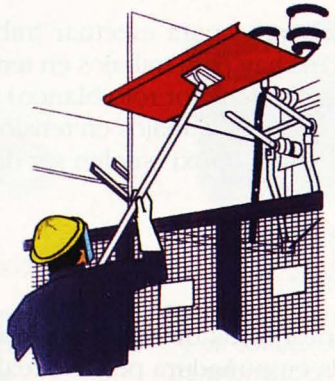


Figura 13. Placa dieléctrica.

Procedimiento de trabajo

Secuencia de las operaciones a desarrollar para realizar un determinado trabajo, con inclusión de los medios materiales de trabajo y de protección, y humanos incluyendo la cualificación o autorización del personal, necesarios para llevarlo a cabo.

Puesta a tierra

Se distinguen dos tipos de puesta a tierra:

- *Puestas a tierra de protección.* Se trata de puestas a tierra permanentes. Se definen como la conexión directa a tierra de las partes conductoras de los elementos de una instalación no sometidos normalmente a tensión eléctrica, pero que pudieran ser puestos en tensión por averías o contactos accidentales, a fin de proteger a las personas contra contactos con tensiones peligrosas.
- *Puestas a tierra de servicio.* Se trata de puestas a tierra temporales. Se definen como la conexión que tiene por objeto unir a tierra temporalmente parte de las instalaciones que están normalmente bajo tensión. Las puestas a tierra deben ser directas, es decir, deben unir la instalación directamente a tierra mediante elementos conductores sin ningún dispositivo que dificulte dicha conexión. Son las que se utilizan en las puestas a tierra y en cortocircuito de una instalación.

Puesta a tierra y en cortocircuito

La puesta a tierra y en cortocircuito de una instalación consiste en poner en cortocircuito mediante un elemento conductor, previamente puesto a tierra, las partes activas de dicha instalación. Una instalación eléctrica está en cortocircuito cuando todos los elementos conductores que la forman están unidos eléctricamente, esto provoca que no exista diferencia de potencial entre todos los elementos conductores.

Perfiles aislantes, capuchones y tela vinilica

Fabricados en caucho, los capuchones (Figura 14) y los perfiles aislantes (Figura 15) se utilizan en la realización de trabajos en tensión en baja tensión para el aislamiento provisional de conductores. Los perfiles

aislantes refuerzan la protección de los capuchones en su función de proteger al operario de un contacto directo y se colocan a ambos lados del conductor junto al capuchón. Se consigue así, fase por fase, la protección de la zona. Otro elemento protector, sin forma definida y aplicable por la misma razón a condiciones indefinidas de las instalaciones, son las telas vinílicas (Figura 16), se trata simplemente de una hoja de vinilo transparente y muy manejable que se sujeta con unas pinzas de madera o plástico similares a las pinzas de tender la ropa.



Figura 14.
Capuchón aislante.



Figura 15.
Perfil aislante.



Figura 16.
Tela vinílica aislante.

Riesgo eléctrico

Es aquel riesgo originado por la energía eléctrica, quedando específicamente incluidos los riesgos de:

a) Choque eléctrico por contacto con elementos en tensión, denominado como contacto eléctrico directo, o con masas puestas accidentalmente en tensión, identificado como contacto eléctrico indirecto.
b) Quemaduras por choque eléctrico, o por arco eléctrico.
c) Caídas o golpes como consecuencia de choque o arco eléctrico.
d) Incendios o explosiones originados por la electricidad.

Seccionadores

La misión de este aparato es la de aislar tramos de circuito de una forma visible, cuando las circunstancias de explotación de la instalación así lo requieran. Los circuitos que deba interrumpir el seccionador deben hallarse libres de corrientes, o lo que es lo mismo, el seccionador debe maniobrar en vacío, es decir, sin carga o consumo.

Se pueden clasificar los distintos tipos de seccionadores según su modo de accionamiento en:

1. *Seccionadores de cuchillas giratorias.* Las cuchillas giratorias de cada fase se hallan unidas entre sí por un eje común, lo que permite un accionamiento conjunto de todas ellas. Existen seccionadores de cuchillas giratorias para instalaciones interiores y para instalaciones en intemperie.

   Dado que para realizar un descargo de una línea es necesario poner a tierra y en cortocircuito la parte de la instalación en la que se desea trabajar, se dispone de seccionadores con cuchillas de puesta a tierra que se accionan por medio de una palanca auxiliar maniobrada por una pértiga de accionamiento. Estos seccionadores están construidos de forma tal que, cuando están conectadas las cuchillas del seccionador resulte imposible conectar las cuchillas de puesta a tierra y, recíprocamente, resulte imposible conectar las cuchillas del seccionador mientras esté conectado el dispositivo de puesta a tierra.
2. *Seccionador de columna giratoria (a) central.* La cuchilla está fijada sobre una columna aislante central que es giratoria. Con esta disposición se tiene una interrupción doble, de tal modo que cada punto de interrupción requiere una distancia de aire igual a la mitad de la total. Las dos columnas exteriores están montadas rígidamente sobre un soporte metálico de perfiles laminados y son las encargadas de sostener los contactos fijos (Figura 17).

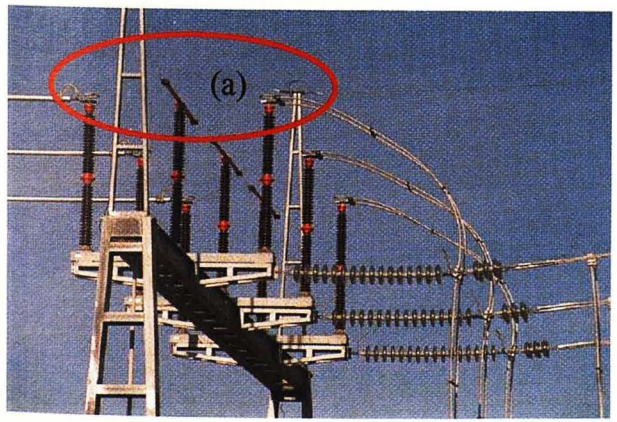


Figura 17. Seccionador con la columna giratoria central en posición abierto.

En caso de que se disponga de un seccionador de columna central giratoria trifásico, el accionamiento de las tres columnas centrales giratorias se realiza mediante un juego de barras y bielas que permiten un accionamiento conjunto sobre las tres cuchillas giratorias. Este seccionador puede montarse también con cuchilla de puesta a tierra (Figura 18), en cuyo caso se impide cualquier falsa maniobra por medio de un enclavamiento apropiado.

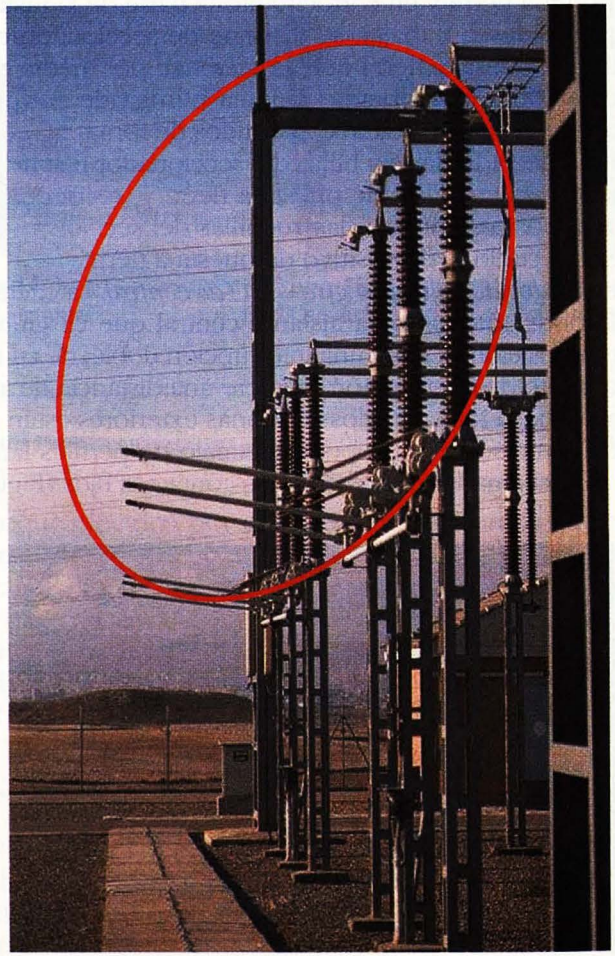


Figura 18. Cuchillas de puesta a tierra.

3. *Seccionador de dos columnas giratorias* (Figura 19). El seccionador dispone de dos columnas en lugar de tres como el modelo de columna giratoria central, siendo estas dos columnas giratorias portadoras de cuchillas solidarias que giran hacia el mismo costado. En este caso se obtiene sólo un punto de interrupción a mitad de recorrido entre las dos columnas. Este seccionador puede montarse con cuchilla de puesta a tierra, en cuyo caso se impide cualquier falsa maniobra por medio de un enclavamiento apropiado.

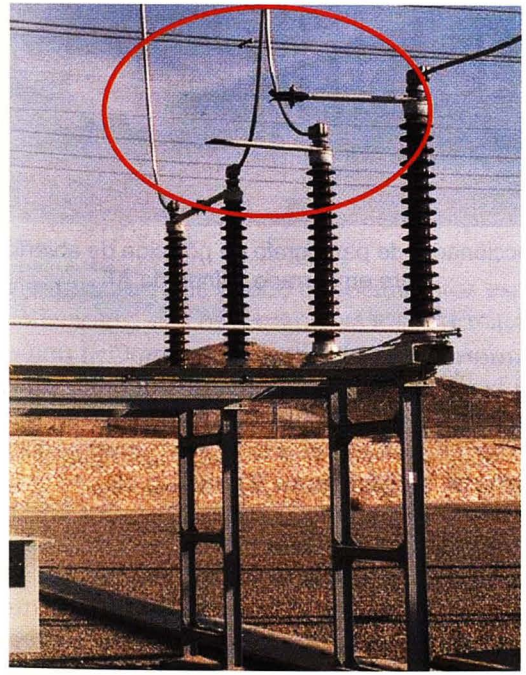


Figura 19. Seccionador de dos columnas giratorias en posición abierto.

4. *Seccionadores de pantógrafo* (Figura 20). Estos seccionadores se suelen utilizar para conectar líneas y embarrados que se hallan a distinta altura y cruzados entre sí. Se distinguen de los anteriores seccionadores porque el contacto fijo de cada fase ha sido eliminado, realizando la conexión del contacto móvil directamente sobre la línea.

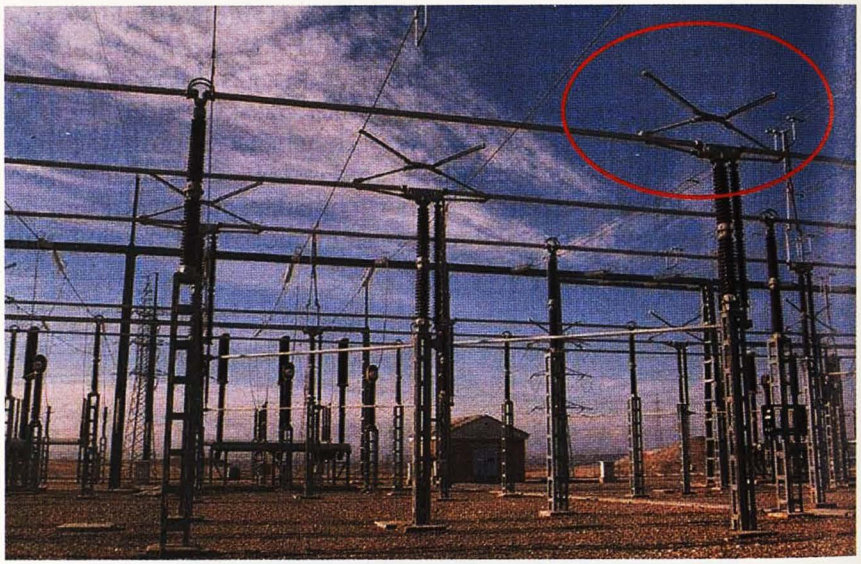


Figura 20. Seccionador de pantógrafo en posición de abierto para conexión entre embarrado y línea de AT.

5. *Seccionadores de cuchillas deslizantes.* Con una estructura muy similar a la de los seccionadores de cuchillas giratorias, poseen la ventaja de requerir menor espacio en sus maniobras dado que sus cuchillas se desplazan longitudinalmente, por lo que se puede instalar en lugares más angostos.

Tele detector acústico de ausencia de tensión

Se trata de un aparato verificador de ausencia de tensión para instalaciones de 110/380kV que actúa a distancia, es decir, no se necesita que se efectúe el contacto directo del detector con la parte de la instalación que se desea comprobar. Según modelos pueden estar dotados de un conmutador giratorio anular, que se enclava en tres posiciones: la de reposo, la de control de funcionamiento, en la que el detector da un tono continuo si la batería y el circuito están en buen estado, y la posición de comprobación de tensión, en la que si aparece un tono intermitente puede procederse a la comprobación, cambiando a tono continuo si hay tensión en la instalación.

Trabajos sin tensión

Son aquellos trabajos en instalaciones eléctricas que se realizan después de haber tomado todas las medidas necesarias para mantener la instalación sin tensión. El trabajo sin tensión, en sentido estricto, es el que se realiza en una instalación después de aplicar en ella la supresión de la tensión.

Trabajador autorizado

Trabajador que ha sido autorizado por el empresario para realizar determinados trabajos con riesgo eléctrico, en base a su capacidad para hacerlos de forma correcta según los procedimientos establecidos.

Trabajador cualificado

Trabajador autorizado que posee conocimientos especializados en materia de instalaciones eléctricas, gracias a su formación acreditada, profesional o universitaria, o a su experiencia certificada de dos o más años.

Respecto a la experiencia certificada, debe ser la empresa o empresas en las que el trabajador ha desarrollado los trabajos con instalaciones eléctricas las que emitan los certificados correspondientes. En el certificado debería indicarse el tipo concreto de instalación o instalaciones en las que el trabajador desarrollaba sus actividades, ya que parece razonable suponer que la experiencia que cualifica a un trabajador para realizar un trabajo con riesgo eléctrico no puede ser una experiencia general, sino centrada en el tipo de instalación en que se va a realizar el trabajo.

Un trabajador cualificado será siempre un trabajador autorizado. Esto significa que un trabajador no puede realizar un trabajo con riesgo eléctrico, aunque tenga conocimientos o formación en materia de instalaciones eléctricas, si no ha sido previamente autorizado para ello por el empresario. La exigencia de cualificación para la realización de un trabajo se establece en aquellos trabajos de mayor peligrosidad en los que un error puede tener graves consecuencias (Tabla 1).

Tabla 1. Cuadro resumen de la formación/capacitación mínima de los trabajadores

	Trabajos sin tensión		**Trabajos en tensión**		**Maniobras, mediciones, ensayos y verificaciones**		**Trabajos en proximidad**	
	Supresión y reposición de la tensión.	Ejecución de trabajos sin tensión.	Realización.	Reponer fusibles.	Mediciones, ensayos y verificaciones.	Maniobras locales.	Preparación.	Realización.
Baja tensión	A	T	C	A	A	A	A	T
Alta tensión	C	T	C + AE (con vigilancia de un Jefe de trabajo).	C (a distancia).	C o C auxiliado por A.	A	C	A o T vigilado por A.

T = Cualquier trabajador.
A = Autorizado.
C = Cualificado.
C + AE = Cualificado y autorizado por escrito.

1. Los trabajos con riesgos eléctricos en AT no podrán ser realizados por trabajadores de una Empresa de Trabajo Temporal (RD 616/1999).

Transformadores de medida y protección

A través de los transformadores de medida y protección se pueden llevar señales de tensión y corriente de un valor proporcional muy inferior al valor nominal, a los dispositivos de medida y protección. Se consigue además una separación galvánica de los elementos pertenecientes a los cuadros de mando, medida y protección con las consiguientes ventajas en lo que a seguridad se refiere tanto para los equipos como para las personas. Se dispone de dos tipos fundamentales de transformadores de medida y protección:

Transformadores de tensión

Un transformador de tensión (Figura 21) es un transformador en el que la tensión en bornes del arrollamiento secundario es, en condiciones normales de empleo prácticamente proporcional a la tensión en bornes del arrollamiento primario y desfasada con relación a ésta un ángulo próximo a cero, para un sentido apropiado de las conexiones.

Figura 21. Transformadores de tensión.

Transformadores de intensidad

Un transformador de intensidad es un transformador en el que la intensidad en el arrollamiento secundario es, en condiciones normales de empleo, prácticamente proporcional a la intensidad en el arrollamiento primario y desfasada con relación a esta un ángulo próximo a cero, para un sentido apropiado de las conexiones

Verificador de ausencia de tension de baja tensión

Indicador acústico y luminoso de la tensión, permite distinguir entre fases y neutro, permitiendo comprobar el orden de sucesión de fases. El discriminador para baja tensión (Figura 22) debe utilizarse para detectar la ausencia de tensión en todos los trabajos que se realicen sin tensión, antes del comienzo de los mismos y para discriminar qué tensión hay en la red, antes de conectar cualquier aparato eléctrico a una instalación desconocida.



Figura 22. Discriminador de Baja Tensión.

Verificador de ausencia de tensión de señal óptica

La pértiga verificadora consta de un detector de tensión de señal luminosa (Figura 23) que funciona sin pilas, montado en una pértiga telescópica regulable. Debe comprobarse el buen funcionamiento del verificador de ausencia de tensión mediante la lámpara de neón, mediante la magneto o bien tocando con el detector una parte de la instalación que se conozca que está a la tensión nominal, antes y después del uso del detector. En ocasiones los equipos disponen de dispositivos piezoeléctricos, electrónicos, etc., de auto verificación incorporados.

Verificador de ausencia de tensión de señal óptico acústica

Aunque con parecidas funciones al modelo de señal óptica, se diferencia de éste en el cabezal detector (Figura 23) y en su función indicadora de la ausencia o presencia de tensión mediante lámparas y dispositivos acústicos. En presencia de tensión se enciende un neón rojo y emite sonido, mientras que en ausencia de tensión se enciende un neón verde y no emite sonido. Estos detectores son autocomprobables, es decir, no requieren la magneto puesto que cuentan con pulsadores de prueba de circuito y batería.



Figura 23 Verificadores de ausencia de tensión.

Zona protegida

Es una situación particular (Figura 24) de una instalación o parte de ésta en descargo. Es la zona limitada por las puestas a tierra y en cortocircuito, colocadas entre los puntos de corte. Estas puestas a tierra y en cortocircuito deben cubrir todas las fuentes de tensión.

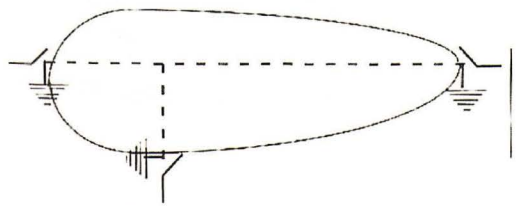


Figura 24. Zona protegida.

Zona de trabajo

Es una situación particular (Figura 25) de una o varias partes de una Zona Protegida, que están limitadas por las puestas a tierra y en corto-

circuito, que cubren todas las posibles fuentes de tensión y que están situadas lo más cerca posible al lugar donde van a efectuarse los trabajos. Las tierras serán visibles desde la zona de trabajo.

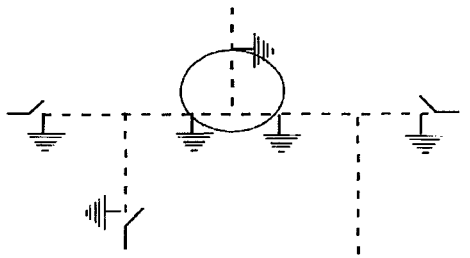


Figura 25

ZONA DE PELIGRO O ZONA DE TRABAJOS EN TENSIÓN

Espacio alrededor de los elementos en tensión, en el que la presencia de un trabajador desprotegido supone un riesgo grave e inminente de que se produzca un arco eléctrico, o un contacto directo con el elemento en tensión, teniendo en cuenta los gestos o movimientos normales que puede efectuar el trabajador sin desplazarse.

ZONA DE TRABAJOS EN PROXIMIDAD

Espacio delimitado alrededor de la zona de peligro desde la que el trabajador puede invadir accidentalmente esta última. Donde no se interponga una barrera física que garantice la protección frente al riesgo eléctrico, la distancia desde el elemento en tensión al límite exterior de esta zona será la indicada en la Tabla 2 sobre distancias límite de las zonas de trabajo.

6. TIPOS DE TRABAJOS

La utilización o presencia de la energía eléctrica en los lugares de trabajo no debe suponer la existencia de riesgos para la seguridad y salud de los trabajadores. Por este motivo, los trabajos en instalaciones eléctricas deberían realizarse, siempre que sea posible, adoptando la regla general siguiente: todo trabajo en una instalación eléctrica, o en su proximidad, que conlleve un riesgo eléctrico deberá efectuarse sin tensión. Para esta regla se detallan las excepciones siguientes:

a) Las maniobras, mediciones, ensayos y verificaciones cuya naturaleza así lo exija, tales como por ejemplo la apertura y cierre de interruptores o seccionadores, la medición de una intensidad, la realización de ensayos de aislamiento eléctrico, o la comprobación de la concordancia de fases.
   Si durante la realización de estas operaciones tuvieran que ocuparse, o pudieran invadirse accidentalmente, las zonas de peligro o de proximidad de elementos en tensión, se aplicará lo establecido, según el caso, en los capítulos sobre trabajos en tensión y trabajos en proximidad.
b) Los trabajos en tensión, o en proximidad de instalaciones cuyas condiciones de explotación o de continuidad del suministro así lo requieran.

¿Cómo puede determinarse el tipo de trabajo que se va a realizar?, ¿cómo puede saberse si el trabajo que se va a desarrollar es un trabajo en proximidad, en tensión,...? Los datos necesarios son los siguientes:

- Existencia de elementos en tensión.
- Tensión nominal de la instalación.
- Tipo de trabajo a realizar.
- Equipos, herramientas, accesorios, etc., necesarios para realizar el trabajo.
- Posibilidad de determinar con precisión los límites del trabajo que se va a realizar (zona de trabajo).
- Posibilidad de asegurar que no se sobrepasan los límites de la zona de trabajo (incluyendo las herramientas).
- Existencia o no de riesgo de sobretensión por rayo.

Tabla 2. Distancias límite de las zonas de trabajo.

U_n	D_{PEL-1}	D_{PEL-2}	D_{Prox-1}	D_{Prox-2}
≤ 1	50	50	70	300
3	62	52	112	300
6	62	53	112	300
10	65	55	115	300
15	66	57	116	300
20	72	60	122	300
30	82	66	132	300
45	98	73	148	300
66	120	85	170	300
110	160	100	210	500
132	180	110	330	500
220	260	160	410	500
380	390	250	540	700

U_n = Tensión nominal de la instalación (*kV*).
D_{PEL-1} = Distancia hasta el límite exterior de la zona de peligro cuando exista riesgo de sobretensión por rayo (cm.).
D_{PEL-2} = Distancia hasta el límite exterior de la zona de peligro cuando no exista riesgo de sobretensión por rayo (cm.).
D_{PROX-1} = Distancia hasta el límite exterior de la zona de proximidad cuando resulte posible delimitar con precisión la zona de trabajo y controlar que ésta no se sobrepasa durante la realización del mismo (cm.).
D_{PROX-2} = Distancia hasta el límite exterior de la zona de proximidad cuando no resulte posible delimitar con precisión la zona de trabajo y controlar que ésta no se sobrepasa durante la realización del mismo (cm.).

Con estos datos, utilizando la Tabla 2 sobre distancias límite de las zonas de trabajo, puede conocerse si el trabajo que va a desarrollarse es:

A) Trabajo en tensión: trabajo durante el cual un trabajador entra en contacto con elementos en tensión, o entra en la zona de peligro, bien sea con una parte de su cuerpo o con las herramientas, equipos, dispositivos o materiales que manipula[1].

[1] No se consideran como trabajos en tensión las maniobras y las mediciones, ensayos y verificaciones consideradas como tales.

La zona de peligro o zona de trabajos en tensión (Figura 26) es el espacio alrededor de los elementos en tensión, en el que la presencia de un trabajador desprotegido supone un riesgo grave e inminente de que se produzca un arco eléctrico, o un contacto directo con el elemento en tensión, teniendo en cuenta los gestos o movimientos normales que puede efectuar el trabajador sin desplazarse.

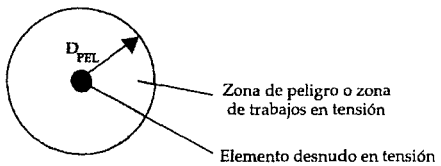


Figura 26. Zona de peligro.

Donde no se interponga una barrera física que garantice la protección frente a dicho riesgo, la distancia desde el elemento en tensión al límite exterior de esta zona será la indicada en la tabla sobre distancias límite.

La zona de peligro o zona de trabajos en tensión se medirá desde el punto en tensión. La D_{PEL} puede adoptar dos valores distintos, D_{PEL1} o D_{PEL2} (Tabla 3). Estas son, respectivamente, las distancias límite del exterior de la zona de peligro:

- Si existe riesgo de sobretensión por rayo D_{PEL1}.
- Si no existe riesgo de sopretensión por rayo D_{PEL2}[1].

Tabla 3. Límites del exterior de la zona de peligro.

U_n	D_{PEL-1}	D_{PEL-2}
≤ 1	50	50
3	62	52
6	62	53
10	65	55

U_n = Tensión nominal de la instalación (kV).
D_{PEL-1} = Distancia hasta el límite exterior de la zona de peligro cuando exista riesgo de sobretensión por rayo (cm).
D_{PEL-2} = Distancia hasta el límite exterior de la zona cuando no exista el riesgo de sobretensión por rayo (cm).

[1] Estas distancias mínimas de trabajo se obtienen sumando dos valores, la distancia eléctrica y la componente ergonómica. La distancia eléctrica protege contra arcos eléctricos durante los trabajos en tensión, y están calculadas para las condiciones eléctricas más adversas. La componente ergonómica es la distancia en aire que permite, para pequeños errores de movimiento y de cálculo de distancias, ejecutar los trabajos con las distancias mínimas requeridas.

En esta zona únicamente se permite trabajar, mediante métodos y procedimientos especiales, conocidos como «trabajos en tensión», a trabajadores cualificados. En estos casos, la distancia hasta el límite exterior de dicha zona de peligro será siempre D_{PEL2}, ya que, los trabajos en tensión deben ser realizados sin riesgo de rayo[1].

B) Trabajo en proximidad: trabajo durante el cual el trabajador entra, o puede entrar, en la zona de proximidad, sin entrar en la zona de peligro, bien sea con una parte de su cuerpo, o con las herramientas, equipos, dispositivos o materiales que manipula.

La zona de trabajos en proximidad (Figura 27) es el espacio delimitado alrededor de la zona de peligro, desde la que el trabajador puede invadir accidentalmente esta última. Donde no se interponga una barrera física que garantice la protección frente al riesgo eléctrico, la distancia desde el elemento en tensión al límite exterior de esta zona será la indicada en la Tabla 2 sobre distancias límite de las zonas de trabajo.

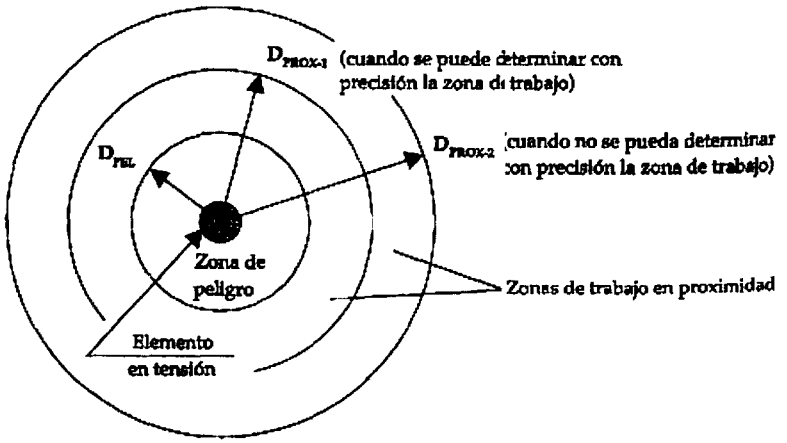


Figura 27. Zona detrabajo.

[1] A diferencia de los trabajos en tensión, si un trabajador tiene que realizar una maniobra o verificación sobre un elemento en tensión, la maniobra puede ser realizada con riesgo de rayo. El trabajador debe mantener una distancia al elemento en tensión superior a D_{PEL1}.

6.1. Trabajos sin tensión

Una vez identificada la zona y los elementos de la instalación donde se va a realizar el trabajo, se seguirá el proceso que se describe a continuación, desarrollado secuencialmente en cinco etapas:

1.ª Desconectar.
2.ª Prevenir cualquier posible realimentación.
3.ª Verificar la ausencia de tensión.
4.ª Poner a tierra y en cortocircuito.
5.ª Proteger frente a elementos próximos en tensión, en su caso, y establecer una señalización de seguridad para delimitar la zona de trabajo.

Estas cinco etapas se conocen tradicionalmente como las *Cinco Reglas de Oro* para trabajos tanto para baja como alta tensión.

Hasta que no se hayan completado las cinco etapas no podrá autorizarse el inicio del trabajo sin tensión y se considerará en tensión la parte de la instalación afectada. Sin embargo, para establecer la señalización de seguridad indicada en la quinta etapa, podrá considerarse que la instalación está sin tensión si se han completado las cuatro etapas anteriores y no se pueden invadir las zonas de peligro de elementos próximos en tensión.

En cualquier caso, antes de comenzar la aplicación del procedimiento para suprimir la tensión es necesario que el responsable de planificar el trabajo identifique previamente la zona y los elementos de la instalación donde se va a realizar el trabajo y transmita esta información con claridad al Jefe de Trabajo y a los trabajadores involucrados.

En instalaciones complejas, para evitar confusiones debidas a la multitud de equipos y redes existentes, se recomienda diseñar procedimientos por escrito, para llevar a cabo las operaciones destinadas a suprimir la tensión.

Las operaciones y maniobras para dejar sin tensión una instalación de baja tensión, antes de iniciar el trabajo sin tensión y la reposición de la tensión, al finalizarlo, las realizarán trabajadores cualificados, y que en el caso de instalaciones de alta tensión, deberán ser trabajadores cualificados.

1. Desconectar

La parte de la instalación en la que se va a realizar el trabajo debe aislarse de todas las fuentes de alimentación. El aislamiento estará

constituido por una distancia en aire, o la interposición de un aislante suficiente para garantizar eléctricamente dicho aislamiento. Los condensadores u otros elementos de la instalación que mantengan tensión después de la desconexión, deberán descargarse.

La desconexión de la instalación se puede efectuar mediante:

Interruptores. Son elementos de la instalación capaces de establecer e interrumpir corrientes en las condiciones normales del circuito, y circunstancialmente en las condiciones de sobrecarga en servicio. Pueden, por lo tanto, abrir y cerrar un circuito en tensión y en carga, es decir, con consumo. Deben disponer de un sistema seguro para señalar las posiciones de apertura y cierre de forma clara (Figura 28).

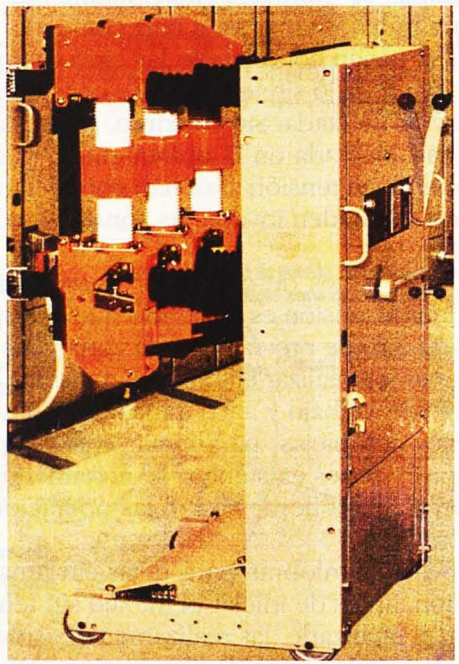


Figura 28. Interruptor de vacío.

Seccionadores. Son capaces de abrir y cerrar un circuito cuando es despreciable la corriente a interrumpir o establecer, es decir, cuando no hay cargas conectadas. Pueden, por lo tanto, abrir y cerrar un circuito en tensión pero sin carga o consumo (Figura 29).



Figura 29. Maniobra de apertura mediante pértiga de una de las fases de un Seccionador.

Los errores más previsibles en las maniobras realizadas con seccionadores e interruptores están relacionados con sus propias limitaciones: apertura o cierre de un seccionador con cargas conectadas y cierre de seccionadores o interruptores con la instalación en cortocircuito.

Puentes: pueden abrir y cerrar un circuito sin tensión y sin carga, siempre y cuando se garantice que la separación entres sus extremos sea igual, como mínimo a la longitud de las cadenas de los aisladores y que estén sujetos a la línea eléctrica (Figuras 30 y 31).



Figura 30. Puentes.



Figura 31. Puentes.

Fusibles: pueden abrir y cerrar un circuito sin tensión y sin carga, y la desconexión se efectúa extrayéndolos de su emplazamiento (Figura 32).

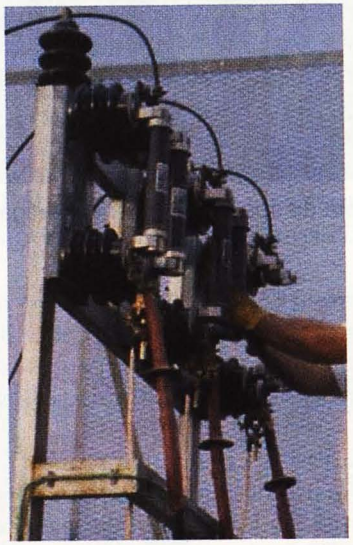


Figura 32. Extracción de fusibles.

Para garantizar el aislamiento de la instalación respecto a todas las fuentes de alimentación, debe tenerse en cuenta lo siguiente:

- La instalación puede formar parte de un lazo, lo que implica la necesidad de realizar la desconexión a ambos lados del punto de operación.
- La instalación puede incluir condensadores. En ese caso, será necesario proceder a su descarga después de desconectar todas las fuentes de alimentación.
- En las instalaciones de corriente continua destinadas a tracción eléctrica, los motores pueden tener un funcionamiento reversible, actuando como generadores durante la frenada del sistema de tracción.
- Se puede decir de forma resumida que un transformador es una máquina reversible, es decir, si se introduce una corriente eléctrica en el secundario por ejemplo debida a la existencia de un grupo electrógeno que entra en funcionamiento de forma automática tras un corte eléctrico general de la instalación, en el primario aparecerá alta tensión, independientemente de que aguas arriba del transformador esté abierto el circuito. Si bien esta tensión es de una potencia muy baja es lo suficientemente importante como para dañar gravemente a un trabajador. Por lo tanto, en empresas, hospitales, etc., que disponen de grupos electrógenos u otras alimentaciones redundantes, la empresa responsable de la línea de distribución se asegurará de que todas y cada una de dichas empresas conozcan la necesidad de realizar la desconexión, a fin de que tomen las medidas de seguridad necesarias para evitar la inyección de tensión en la línea objeto de descargo.

No se consideran como fuentes de alimentación, susceptibles de la maniobra de desconexión propiamente dicha, las fuentes de tensión que puedan actuar de manera fortuita sobre la instalación considerada, por ejemplo: tensiones inducidas por proximidad a otras líneas eléctricas, caídas accidentales de conductores en tensión en cruces de líneas o tensiones inyectadas de forma imprevista.

De forma resumida se puede decir que, para realizar el corte en una instalación de alta tensión se inicia el proceso de la manera siguiente:

- Abriendo los interruptores, ya que estos permiten hacerlo en tensión y en carga, y posteriormente abriendo los seccionadores pues éstos sólo permiten maniobras en tensión pero sin carga[1] o retirando los fusibles, sólo permiten hacerlo sin tensión y sin carga.
- Aunque también sería factible efectuar primero la apertura del circuito en baja tensión con lo que sería indiferente, en este caso, actuar primero sobre los seccionadores o sobre los interruptores ya que de este modo se habría dejado el circuito sin carga.

Para la conexión de la instalación, el proceso es inverso al descrito para la desconexión.

En el caso particular de encontrar condensadores en la instalación, no se debe olvidar que estos equipos son capaces de acumular

[1] Los seccionadores permiten conectarse y desconectarse con pequeñas cargas, por ejemplo, con tensiones de 6 a 10 Kv se puede cortar una corriente de unos 2 A, y con una tensión nominal de 15 a 30 Kv, una corriente de 1 A aproximadamente, actualmente existen en el mercado seccionadores con un cierto poder de ruptura que permitiría maniobrarlos en carga.

importantes cantidades de energía, dependiendo su peligrosidad de la carga eléctrica acumulada, y siendo esta directamente proporcional a su capacidad y tensión de carga. Sin embargo, como no es habitual efectuar un cálculo sobre si esta energía acumulada puede generar un paso de corriente peligroso a través de una persona, se debería descargar cualquier condensador previamente a realizar trabajos en una instalación.

Para dejar sin tensión una instalación eléctrica con condensadores cuya capacidad y tensión permitan una acumulación peligrosa de energía eléctrica, se seguirá el siguiente proceso:

a) Se efectuará y asegurará la separación de las posibles fuentes de tensión, ya sea con corte visible o con testigos de ausencia de tensión.
b) Se aplicará un circuito de descarga a los bornes de los condensadores, que podrá ser el circuito de puesta a tierra y en cortocircuito, a que se hace referencia en el apartado siguiente cuando en las instalaciones exista un seccionador de tierra y se esperará el tiempo necesario para la descarga.
c) Se efectuará la puesta a tierra y en cortocircuito de los condensadores. Cuando entre éstos y el medio de corte existan elementos semiconductores, fusibles o interruptores automáticos, la operación se realizará sobre los bornes de los condensadores, de forma que entre los condensadores y el dispositivo de descarga o el de puesta a tierra y en cortocircuito no medien elementos semiconductores (diodos rectificadores, etc.), fusibles o interruptores automáticos.

2. Prevenir cualquier posible realimentación

El objetivo de esta segunda regla es conseguir, siempre que se pueda, que las intervenciones que deban ser realizadas en un equipo de trabajo, en particular las operaciones de mantenimiento, reparación, limpieza, etc., no supongan ningún riesgo gracias a su consignación o bloqueo de las mismas. Se puede considerar la instalación eléctrica como un equipo de trabajo, por lo que su consignación debe comprender esencialmente las siguientes acciones:

1. La separación del equipo de trabajo de todas las fuentes de energía (eléctrica, neumática, hidráulica, mecánica y térmica).

2. El bloqueo, u otro medio para impedir el accionamiento, de todos los aparatos de separación lo que implica que dichos dispositivos deberían disponer de los medios para poder ser bloqueados, (Figura 33) y (Figura 34).

Los dispositivos de maniobra utilizados para desconectar la instalación deben asegurarse contra cualquier posible reconexión, preferentemente por bloqueo del mecanismo de maniobra. En ausencia de bloqueo mecánico deberá colocarse una señalización para prohibir dicha maniobra.



Figura 33. Ejemplos de sistemas de enclavamientos y señales de prohibido maniobrar.



Figura 34. Sistemas enclavamiento y señalización.

3. La disipación o retención de cualquier energía acumulada que pueda dar lugar a un peligro.

Muchos de los aparatos de maniobra, sobre todo los utilizados en las instalaciones de alta tensión, emplean fuentes de energía auxiliar para su accionamiento: motores eléctricos, aire comprimido o energía acumulada mediante resortes. En estos casos:

- La disipación de las fuentes auxiliares energía eléctrica se puede conseguir desconectando el circuito auxiliar que puede ser objeto, a su vez, de un sistema de bloqueo o enclavamiento.
- La desactivación de los sistemas neumáticos auxiliares se consigue cerrando el suministro de aire comprimido y purgando el circuito neumático.
- En los aparatos que utilizan resortes para su accionamiento, se debe asegurar que, tras la desconexión, permanezcan sin energía mecánica acumulada en los resortes.
- Puede considerarse como bloqueo mecánico el logrado mediante los aparatos extraíbles cuando, después de efectuar la desconexión, son retirados de su alojamiento en la instalación y se fija dicha posición.
- En el caso de los seccionadores, otra forma de prevenir su reconexión consiste en el bloqueo físico que se logra intercalando una placa de material aislante con las características de aislamiento acordes a la tensión de la línea diseñada especialmente para tal fin.
- En los dispositivos de maniobra controlados a distancia, mediante telemandos o centros de control, es necesario impedir la maniobra errónea desde el propio telemando. Esto se podría conseguir bloqueando el propio dispositivo de mando en el centro de control y colocando sobre él una señal de prohibido maniobrar.

3. Verificar la ausencia de tensión

Con esta maniobra se busca garantizar que la instalación ha sido desconectada de todas las fuentes de alimentación y que puede ponerse a tierra y en cortocircuito. Por este motivo estas operaciones deben efectuarse siempre empleando los equipos de protección individual y medios auxiliares necesarios, porque, aunque el detector de ausencia de tensión, señale la ausencia de tensión, podría existir cierta tensión inducida, siempre y cuando ésta no alcance la tensión umbral o

mínima sensiblidad del detector. De las características de funcionamiento de estos detectores se desprende que sólo indican presencia de tensión cuando en el conductor que se verifica se alcanza una determinada tensión umbral. Esta característica del mediador de tensión se justifica con el fin de evitar falsas indicaciones, debidas a la presencia de campos perturbadores que pueden inducir una cierta tensión en el detector o en los conductores de la instalación. Por ejemplo, si un detector de ausencia de tensión cuyo rango de medida se sitúa entre 5 y 40 Kv no detecta presencia de tensión, esto no garantiza que en la instalación no haya tensión, sino que en caso de haberla ésta no es superior 5 Kv. Este riesgo hace todavía más importante la siguiente regla, la puesta a tierra y en cortocircuito.



Figura 35. Medición de ausencia/presencia de tensión.

- La ausencia de tensión en la zona de trabajo deberá verificarse en todos los elementos activos de la instalación eléctrica en, o lo más cerca posible, de ella (Figura 35).
- La verificación de la ausencia de tensión se debe realizar inmediatamente antes de efectuar la puesta a tierra y en cortocircuito de la instalación, en el lugar donde se vayan a efectuar estas operaciones. Con ello se reducirá al mínimo la posibilidad de que la instalación se conecte a una fuente de tensión por error o avería en el intervalo de tiempo que media entre la verificación de la ausencia de tensión y la conexión a tierra y en cortocircuito.

- Es obligatorio comprobar el correcto funcionamiento del equipo verificador de ausencia de tensión, tanto inmediatamente antes como después de realizar la citada verificación de ausencia de tensión, con el fin de realizar con suficientes garantías la puesta a tierra en las instalaciones de alta tensión, También es recomendable realizar esta comprobación en los equipos empleados para verificar la ausencia de tensión en las instalaciones de baja tensión.
- La verificación de la ausencia de tensión debe hacerse en cada una de las fases y en el conductor neutro, en caso de existir.
- También se recomienda verificar la ausencia de tensión en todas las masas accesibles susceptibles de quedar eventualmente en tensión.
- Para verificar la ausencia de tensión en cables o conductores aislados, que puedan confundirse con otros existentes en la zona de trabajo, se utilizarán dispositivos que actúen directamente en los conductores (pincha cables o similares), o se emplearán otros métodos, siguiéndose un procedimiento que asegure, en cualquier caso, la protección del trabajador frente al riesgo eléctrico.

Procedimiento de ejecución de la verificación de ausencia de tensión con detector óptico y/o acústico

Esta verificación debe efectuarse cumpliendo la secuencia de actuaciones siguientes:

1. Colocarse el equipo de protección individual, exceptuando los guantes aislantes y las gafas inactínicas, ya que estos EPI no se usan todavía al no existir riesgo eléctrico.
2. Comprobar que el campo de tensiones de uso del verificador de ausencia de tensión, indicado en su etiqueta de identificación, comprenda la tensión nominal de la instalación a verificar.
3. Acoplar y fijar correctamente el verificador de ausencia de tensión al cabezal de la pértiga aislante.
4. Comprobar el correcto funcionamiento del verificador de ausencia de tensión, encendiendo los indicadores luminosos y emisión de la señal sonora, mediante alguno de los siguientes procedimientos: pulsador de autocomprobación, magneto o punto en tensión conocido.

5. Comprobar el estado de estanqueidad de los guantes aislantes. Inmediatamente antes del uso de los guantes aislantes debe comprobarse su estanqueidad, bien mediante un comprobador neumático o bien doblando el guante hacia la palma y presionándolo sobre una superficie lisa para garantizar que el guante está exento de defectos (poros, pinchazos o cortes) por los que escape el aire, lo que demostraría que está deteriorado y no debe utilizarse. También debe comprobarse la inexistencia de deformaciones que menoscaben el espesor, elasticidad o resistencia mecánica del guante.
6. Situarse en la zona de trabajo, respetando la distancia de seguridad (distancia de peligro) respecto a la instalación a comprobar y/o instalaciones próximas en tensión.
7. Situarse sobre la banqueta aislante y la alfombra aislante.
8. Colocación de los guantes aislantes, acordes a la tensión de trabajo, y pantalla facial inactínica, o si la pantalla facial no es inactínia, unas gafas inactínicas bajo la pantalla.

   Además de los guantes aislantes deben utilizarse, o bien:

   - Bajo los guantes aislantes los guantes ignífugos que protegen la mano de la fusión de los guantes aislantes en caso de arco eléctrico.
   - Sobre los guantes aislantes los guantes de protección frente a riesgos mecánicos, protegen a los guantes aislantes de posibles deterioros.

9. Comprobar en todas las fases, empezando por la más próxima, la ausencia de tensión en la instalación y en los puntos próximos con los cuales se pueda establecer un contacto eventual.
10. Repetición del correcto funcionamiento del verificador de ausencia de tensión después de su uso. En caso de anomalía no será fiable la verificación de ausencia de tensión efectuada, por lo que deberá repetirse la operación con otro detector.

4. Poner a tierra y en cortocircuito

Se dice que una instalación eléctrica está en cortocircuito cuando todos los elementos conductores que la forman están unidos eléctricamente lo que consigue una equipotencialidad entre ellos. Por lo tanto, poner a tierra y en cortocircuito una instalación es poner en cortocir-

cuito mediante un elemento conductor, previamente puesto a tierra, las partes activas de dicha instalación.

Una puesta a tierra y en cortocircuito de la instalación colocada correctamente constituye una medida preventiva de gran eficacia para proteger a los trabajadores de la exposición a diferencias de potencial peligrosas. Esta medida es la que garantiza el mantenimiento de la situación de seguridad durante todo el tiempo que duran los trabajos en la instalación.

Pese a haber efectuado la apertura de todas las posibles fuentes de tensión, además a haber prevenido su posible realimentación y de haber verificado la ausencia de tensión, las líneas eléctricas pueden entrar accidentalmente en tensión debido a diferentes motivos, como los siguientes:

- Por inducción debida a los campos electromagnéticos producidos por otras líneas aéreas, de alta o baja tensión, que discurran en las inmediaciones (Figura 36).
- Por descargas atmosféricas en forma de rayo (Figura 37).
- Por contacto fortuito de la línea en la que se trabaja con un conductor de otra línea o instalación en tensión, etc, (Figura 38).
- Por averías, errores, etc.

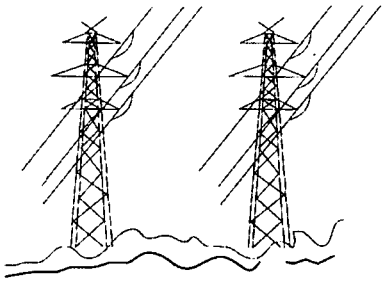


Figura 36. Por inducción.

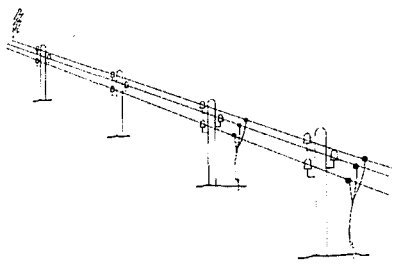


Figura 37. Por descargas atmosféricas.

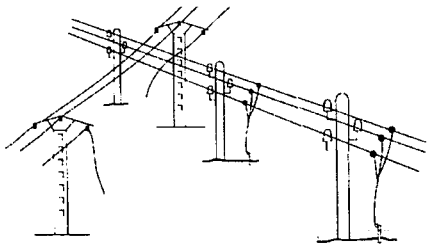


Figura 38. Por rotura de cables.

¿Cómo protege una puesta a tierra y en cortocircuito? (Figura 39). Si en una instalación donde se trabaja se pusiese en tensión la línea por error o avería, en todo el tramo entre el punto A y el B, y el sistema fuera equilibrado, la protección que ofrecen los cortocircuitos A' y B' sería total pues debe cumplirse la 1.ª Ley de Kirchoff que dice: La suma de todas las intensidades de Corriente que convergen en un punto es igual a cero.

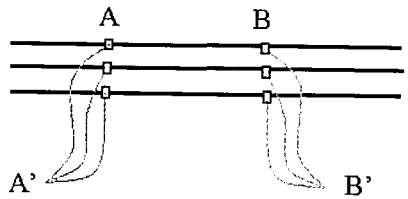


Figura 39. Puesta en cortocircuito.

Cuando el cortocircuito está colocado cerca del aparato de corte, las corrientes de cortocircuito que se generan son muy elevadas (al presentar los conductores una resistencia despreciable) y provocan el disparo de las protecciones previstas en la instalación. Para garantizar un cortocircuito franco habrá por lo tanto que utilizar las pinzas adecuadas a la instalación, estas deben encontrarse en perfecto estado de conservación y ser colocadas correctamente. Tanto las pinzas como los cables deben estar dimensionados y tener la sección necesaria, para soportar el paso de las corrientes de cortocircuito máximas previstas en la instalación durante el tiempo que dure el defecto. Asimismo, debe garantizarse que la unión de los cables de cortocircuito en el nódulo sea perfecta.

Sin embargo. la disposición en cortocircuito sólo protege si la tensión que procediera de los puntos A y B no fuese equilibrada entre las tres fases, o por cualquier circunstancia solamente apareciera una tensión por un conductor, por lo que la protección ofrecida por el cortocircuito no sería eficaz, quedando con tensión la zona de trabajo.

Para evitar una situación de riesgo como la descrita anteriormente y prescindiendo de si el sistema es equilibrado o no, con la posible consecuencia de una electrocución se tendría que colocar la puesta a tierra y en cortocircuito a ambos extremos de la zona de trabajo, con el fin de evitar una puesta en tensión no deseada del punto de trabajo (Figura 40).

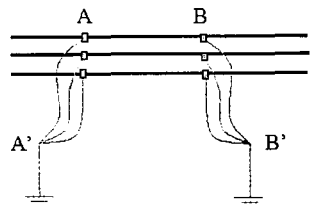


Figura 40. Puesta a tierra y en cortocircuito.

No obstante, para que la protección sea efectiva, es necesario garantizar que la puesta a tierra esté correctamente instalada. Para ello se debe buscar un terreno idóneo donde introducir la piqueta de tierra y clavarla a la máxima profundidad posible. Además se debe vigilar el estado del cable de bajada a tierra y su conexión, ya que este cable por su mayor longitud es el que más fácilmente puede deteriorarse. Por este motivo no deben disponer de elementos aislante que impidan la comprobación visual del estado del equipo.

Por tanto, deben ponerse a tierra y en cortocircuito las partes o zonas de las instalaciones de alta tensión donde se vaya a trabajar.

En los trabajos en líneas aéreas desnudas y conductores desnudos de alta tensión se deben colocar las puestas a tierra y en cortocircuito a ambos lados de la zona de trabajo, y en cada uno de los conductores que entran en esta zona (Figura 41).

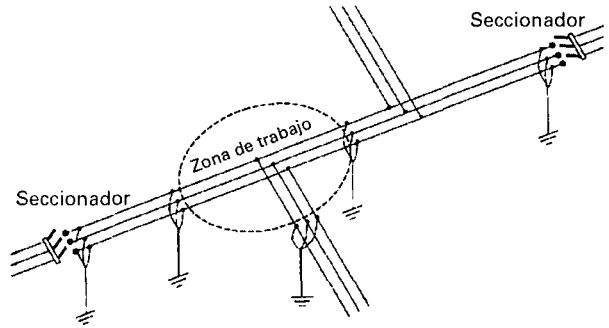


Figura 41. Puesta a tierra y en cortocircuito en líneas aéreas.

Con el objeto de evitar diferencias de potencial peligrosas en el caso de que se produjera una puesta en tensión imprevista de la línea por efecto de una maniobra inadecuada, una tormenta, la inducción, etc., todos las masas y conductores de la instalación situados dentro de la zona de trabajo deben estar conectados entre si y a tierra.

Además, con objeto de garantizar la seguridad de las maniobras que tienen como objetivo la supresión de la tensión de la instalación, al menos una de las puestas a tierra y en cortocircuito, debe ser visible desde cualquier punto de la misma. En caso de que esto no fuera posible, habría que instalar un equipo adicional de puesta a tierra y en cortocircuito que pueda verse desde el lugar en cuestión, o un dispositivo adicional de señalización, o cualquier otra identificación equivalente (Figura 42).

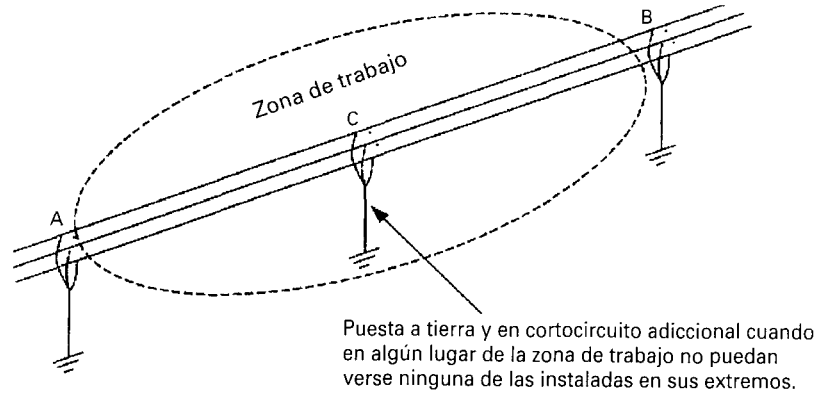


Figura 42. Puesta a tierra y en cortocircuito adicional.

Existen, no obstante, dos excepciones a esta regla:

- Para aquellos trabajos específicos en los que no hay corte de conductores durante el trabajo. En estos casos es admisible la instalación de un solo equipo de puesta a tierra y en cortocircuito en la zona de trabajo siempre que su colocación se realice dentro de la zona de trabajo.
- Aquellos trabajos que se realicen en un solo conductor de una línea aérea de alta tensión. En tal caso no se requerirá el cortocircuito en la zona de trabajo, siempre que se cumplan las siguientes condiciones:

    a) En los puntos de la desconexión, todos los conductores están puestos a tierra y en cortocircuito de acuerdo con lo indicado anteriormente.

b) El conductor sobre el que se realiza el trabajo y todos los elementos conductores, exceptuadas las otras fases en el interior de la zona de trabajo, están unidos eléctricamente entre ellos y puestos a tierra por un equipo o dispositivo apropiado.
c) El conductor de puesta a tierra, la zona de trabajo y el trabajador, están fuera de la zona de peligro determinada por los restantes conductores de la misma instalación eléctrica.

No obstante, sigue siendo preceptiva la puesta a tierra de dicho conductor, y su conexión equipotencial al resto de los elementos metálicos o conductores existentes en la zona de trabajo. Además, en los puntos de desconexión la totalidad de los conductores deben estar puestos a tierra y en cortocircuito.

En los trabajos en líneas aéreas aisladas, cables u otros conductores aislados de alta tensión la puesta a tierra y en cortocircuito se colocará en los elementos desnudos de los puntos de apertura de la instalación o tan cerca como sea posible a aquellos puntos, a cada lado de la zona de trabajo (Figura 43).

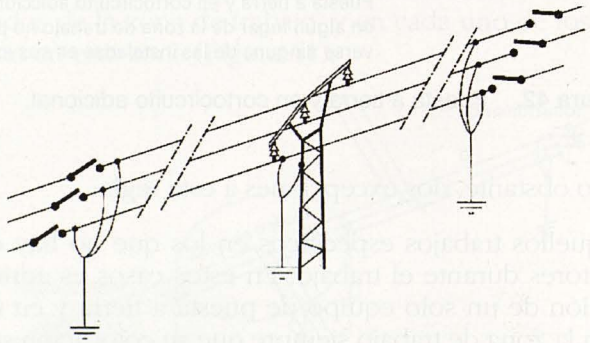


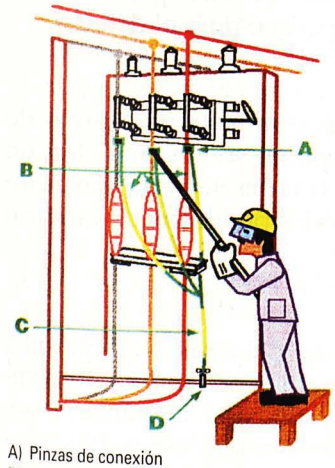
Figura 43. Puesta a tierra y en cortocircuito cerca de elementos de apertura.

Algunas de las disposiciones anteriores, para líneas aéreas con conductores desnudos, no pueden ser aplicadas a los cables subterráneos u otros cables o conductores de alta tensión. En estos casos, se considera suficiente la colocación de la puesta a tierra y en cortocircuito en los bornes desnudos de los dispositivos de conexión montados en los extremos de la instalación en la cual se encuentra la zona de trabajo.

Los equipos o dispositivos de puesta a tierra y en cortocircuito deben conectarse en primer lugar a la toma de tierra y a continuación a los elementos a poner a tierra, debiendo ser visibles desde la zona de trabajo. Si esto último no fuera posible, las conexiones de puesta a tierra deben colocarse tan cerca de la zona de trabajo como se pueda. Si en el curso del trabajo los conductores deben cortarse o conectarse y existe el peligro de que aparezcan diferencias de potencial en la instalación, deberán tomarse medidas de protección, tales como efectuar puentes o puestas a tierra en la zona de trabajo, antes de proceder al corte o conexión de estos conductores.

Los conductores utilizados para efectuar la puesta a tierra, el cortocircuito y, en su caso, el puente, deberán ser adecuados y tener la sección suficiente para la corriente de cortocircuito de la instalación en la que se colocan.

Se tomarán precauciones para asegurar que las puestas a tierra permanezcan correctamente conectadas durante el tiempo en que se realiza el trabajo. Cuando tengan que desconectarse para realizar mediciones o ensayos, se adoptarán medidas preventivas apropiadas adicionales.



A) Pinzas de conexión
B) Conductores de puesta en cortocircuito
C) Conductor de puesta a tierra
D) Torno de ouesta a tierra o puesta de tierra

Figura 44. Puesta a tierra aguas abajo del seccionador.

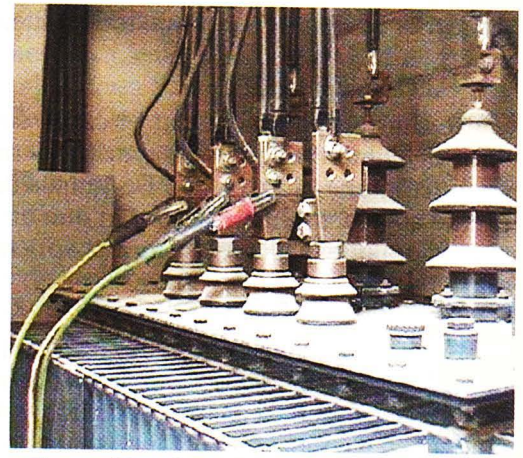


Figura 45. Puesta a tierra del secundario del transformador (Baja tensión).

Equipos de puesta a tierra y en cortocircuito

Un equipo de puesta a tierra y en cortocircuito consta de los siguientes elementos:

A) Pinzas de conexión a las fases, de dos tipos:

A.1) Pinzas de contacto con apriete por muelle. Son de fácil colocación y extracción. Sin embargo, presenta dos inconvenientes El primero es consecuencia de la instalación de la pértiga ya que el peso que soporta el operario que va a colocarlo es elevado. El segundo se presenta cuando tras haber trabajado con frecuencia sobre cables de gran sección debe colocarse sobre un cable de sección más pequeña. En tal caso, el muelle hace una fuerza menor no quedando de este modo absolutamente garantizado el contacto.

A.2) Pinzas de contacto con apriete por tornillo. Estas son menos cómodas y más lentas de poner y quitar, pero una vez colocadas, como la presión sobre la fase ha podido ser controlada por el operario, ofrecen una mayor seguridad en el contacto.

B) Conductores de puesta en cortocircuito

Para poder ser utilizados, estos conductores deben soportar el paso de corriente al menos durante todo el tiempo que dura el defecto.

C) Grapas de tierra

Se utilizan para conectar el cable de puesta a tierra a punto de toma de tierra. Este punto de toma de tierra puede ser un punto fijo, un conductor, una piqueta, etc. Las grapas de la toma de tierra son siempre de colocación manual, por lo que en todas puede encontrarse un torniquete que facilita y asegura el apriete.

D) Puntos fijos de puesta a tierra

Estos elementos, aunque no forman parte del equipo de puesta a tierra propiamente dicho, sino de la instalación, tienen una enorme importancia, porque facilitan la conexión y desconexión, aumentan la seguridad, al garantizar un valor de toma de tierra bajo, y están colocados en los lugares idóneos de conexión de las puesta a tierra. Otra ventaja fundamental de los puntos fijos es que la puesta a tierra se conecta sobre ellos evitándose así la colocación de las pinzas de conexión a las fases o las grapas de tierra sobre otras partes de la que quizás podrían dañarse o garantizar un valor de tierra lo suficientemente bajo.

E) Picas de puesta a tierra

Las picas de tierra pueden estar hechas de cobre, acero recubierto de cobre, o acero cromo níquel o galvanizado y su sección puede ser redonda o tipo perfil. Deben tener una resistencia mecánica suficiente para permitir que sean adecuadamente clavadas, incluso en terrenos de penetración difícil.

En instalaciones fijas se utilizan picas de 2 metros de longitud, mientras que en los equipos portátiles no suelen sobrepasar 1 metro de longitud.

Un punto importante para rebajar la resistencia a tierra es elegir el mejor suelo disponible para clavar la pica, dado que el suelo es generalmente un medio heterogéneo y en función de su composición presenta grandes variaciones en cuanto a la resistividad. Se da la circunstancia de que los suelos más conductores son aquellos suelos húmedos que contienen una mayor cantidad de sales, y éstos son a su vez los más agresivos con los metales de los electrodos. Los no agresivos (arenosos, margo-arenosos, margo-calcáreos, y calcáreos) son los menos conductores.

F) Conductor de puesta a tierra.

Un aspecto importante a considerar aparte de la sección de la pica, el conductor, su protección mecánica, etc., es el hecho de que, por su mayor longitud, el conductor de puesta a tierra suele ir enrollado, formando una bobina para facilitar su manejo. A la hora de colocar el equipo hay que desenrollar totalmente el cable de puesta a tierra ya que unas vueltas de cable constituyen una pequeña inductancia, lo que supone un retardo al paso de corriente, ya que en este caso, el comportamiento del cable enrollado correspondería al de una bobina. Esto supone un retardo en el disparo de las protecciones, lo que incrementa el nivel de riesgo de los trabajadores en caso de una derivación eléctrica.

Por el contrario, el paso de corriente es prácticamente instantáneo si el cable está totalmente desenrollado.

Conservación del equipo de puesta a tierra y en cortocircuito

Antes de su utilización es conveniente que el usuario preste atención a algunos aspectos del equipo de puesta a tierra que contribuirán a un mejor manejo del equipo y a un nivel más alto de seguridad.

- En las pinzas de contacto con las fases y en la grapa de tierra habrá que comprobar el apriete del terminal del conductor de fase o tierra, según el caso.
- Las partes que van a estar en contacto con el conductor de fase y la pica de tierra, es decir el interior de las pinzas, deben estar limpias, sin restos de grasa ni incrustaciones de óxido.
- Se debe verificar también que el tornillo de apriete de la pinza gire con libertad en la totalidad de su recorrido.
- De los conductores se comprobará que la funda no presente cortes o roturas que dejen al descubierto las venas de cobre del cable. El estado de dicha funda es el correcto cuando conserva su transparencia y se pueden leer las marcas que indican la sección del cable y el nombre del fabricante.
- Se verificará también que el cable no presente venas rotas ya que supondría una disminución de la sección efectiva del mismo.
- Si se sabe que el equipo de puesta a tierra y en cortocircuito ha sufrido los efectos de un cortocircuito, no se volverá a utilizar hasta que no haya sido revisado por el fabricante, el cual debe volver a garantizar las características eléctricas de dicho equipo.
- Debe comprobarse que la pica de puesta a tierra tiene una longitud suficiente, de cómo mínimo un metro aproximadamente.
- Al terminar de usar el equipo de puesta a tierra es conveniente proceder a su limpieza y dejarlo dispuesto para una próxima utilización.

Secuencia de operaciones a realizar para la colocación de equipos portátiles de puesta a tierra y en cortocircuito en instalaciones de alta tensión

CONEXIÓN

1. Utilizar los guantes de protección mecánica.
2. Comprobar el buen estado del equipo de puesta a tierra y en cortocircuito (pértiga, conexiones, pinzas y conductores).
3. Comprobar que el campo de tensiones del verificador de ausencia de tensión (indicado en la etiqueta de identificación del mismo) comprenda la tensión nominal de la instalación a verificar.
4. Acoplar y fijar correctamente el verificador de ausencia de tensión al cabezal de la pértiga aislante.

5. Comprobar el correcto funcionamiento del verificador de ausencia de tensión (encendido de los indicadores luminosos y emisión de la señal sonora) mediante alguno de los siguientes procedimientos: Pulsador de autocomprobación, Magneto o Punto en tensión conocido,...
6. Desenrollar totalmente el conductor de puesta a tierra.
7. Conectar la grapa de puesta a tierra a la piqueta o punto de toma de tierra.
8. Quitarse los guantes de protección mecánica y comprobar estanqueidad de los guantes aislantes (adecuados a la tensión de trabajo).
9. Colocarse los guantes aislantes y la pantalla facial inactínica o gafas inactínicas bajo la pantalla si esta no es inactínica.
10. Situarse encima de la banqueta aislante cuando la operación de puesta a tierra se realice en Centros de transformación.
11. Comprobar con la pértiga detectora, dotada del verificador de ausencia de tensión, fase por fase, la ausencia de tensión tanto de la instalación como de los puntos próximos con los que se pueda establecer un contacto eventual.
12. Comprobar nuevamente el correcto funcionamiento del verificador de ausencia de tensión.
13. Conectar las pinzas de conexión si es posible con la pértiga aislate, una por una cada una de las fases correspondientes empezando por la más cercana y asegurar su buen contacto.
14. Quitarse los guantes aislantes y las gafas inactínicas y guardarlos en su estuche.

DESCONEXIÓN

1. Colocarse el equipo de protección personal y comprobar estanqueidad de los guantes aislantes.
2. Situarse sobre el apoyo, respetando la distancia de seguridad.
3. Asegurarse con el sistema anticaídas cuando la operación de puesta a tierra se realice en líneas aéreas.
4. Situarse encima de la banqueta aislante cuando la operación de puesta a tierra se realice en Centro de transformación
5. Colocarse los guantes aislantes y la pantalla facial inactínica o gafas inactínicas bajo la pantalla si esta no es inactínica.

6. Desconectar las pinzas, si es posible con la pértiga aislante, una por una cada fase, empezando por la más alejada, y luego retirar la grapa de puesta a tierra del punto de toma de tierra o piqueta.
7. Quitarse los guantes aislantes y la protección para los ojos y guardarlos en su estuche protector.
8. Colocarse los guantes de protección mecánica.
9. Bajar el equipo de puesta a tierra con la cuerda de servicio (en el caso particular de líneas aéreas).

Nota: Para la protección frente al riesgo de arco eléctrico, explosión o proyección de materiales, no será obligatoria la utilización de equipos de protección cuando el lugar desde donde se realiza la maniobra esté totalmente protegido frente a dichos riesgos por alejamiento o interposición de obstáculos.

En resumen:

- Con la 1.ª regla se separa la instalación del servicio.
- Con la 2.ª se trata de evitar un posible error humano o avería que vuelva a conectarla. Esta es una medida que, si bien protege al operario, va más encaminada a aislar la zona donde se deben realizar las operaciones para que no haya interferencias con el resto de las instalaciones.
- Con la 3.ª regla, se comprueba que las instalaciones son aptas para realizar trabajos en ellas, pero no debemos olvidar que la verificación de ausencia de tensión se realiza en un momento determinado, por lo tanto indica que en dicho instante la situación es de seguridad. Sin embargo no puede asegurar el mantenimiento de dicha situación hasta el final de la realización de las tareas. Lo único que la garantiza realmente es la 4ª maniobra, es decir, l a puesta a tierra y en cortocircuito de todas las posibles fuentes de tensión.
- Con la 4.ª maniobra se garantiza la protección de las personas.

5. Proteger frente a los elementos próximos en tensión y establecer una señalización de seguridad para delimitar la zona de trabajo

Si hay elementos de una instalación, próximos a la zona de trabajo que tengan que permanecer en tensión, deberán adoptarse medidas de protección adicionales que se deberán aplicar antes de iniciar el trabajo.

Cuando en la proximidad de la zona de trabajo y a una distancia inferior a D_{PROX1} o D_{PROX2}, según el caso, existan elementos que deban permanecer en tensión, cabe adoptar tres posibles soluciones:

a) Considerarlo como trabajo en proximidad.
b) Considerarlo como un trabajo en tensión.
c) Proceder a la colocación de elementos protectores, tales como pantallas, aislamientos u obstáculos que permitan considerar el área de trabajo fuera de toda zona de peligro o proximidad. A su vez, si la colocación de estos elementos implica un trabajo en tensión o en proximidad, habría que realizarlos adoptando las precauciones correspondientes.

La colocación de pantallas dieléctricas del nivel de aislamiento adecuado a la tensión existente, con la ayuda de pértigas aislantes, estaría comprendida dentro del proceso de supresión de la tensión, por lo que debe ser realizado por un trabajador cualificado, cuando se trata de alta tensión.

En lo concerniente a la señalización destinada a delimitar la zona de trabajo, aun siendo un trabajo sin tensión, resultará necesaria cuando:

- Se precise realizar una separación entre la zona segura donde se realizan los trabajos sin tensión y la zona de proximidad. En dicha zona no debe penetrarse salvo que se tomen las medidas correspondientes a los trabajos en proximidad.
- Se precise delimitar la zona a la cual solo pueden acceder las personas con permiso para realizar los trabajos (Figura 46) y (Figura 47).

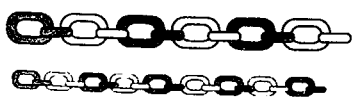


Figura 46. Cadenas de señalización.

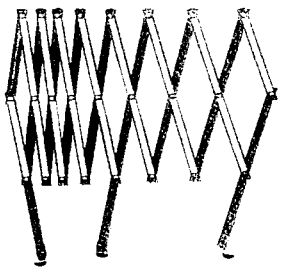


Figura 47. Vallas de delimitación.

La señalización y delimitación se puede efectuar utilizando vallas, cintas o cadenas aislantes diseñadas al efecto, así como señales de peligro, prohibición u obligación.

Desde el momento en que se suprima una de las medidas inicialmente adoptadas para realizar el trabajo sin tensión en condiciones de seguridad se considerará en tensión la parte de la instalación afectada. La reposición de la tensión solo podrá ser realizada por trabajadores autorizados, en las instalaciones de baja tensión y trabajadores cualificados, en las instalaciones de alta tensión. En general, la secuencia de operaciones para reponer la tensión es la inversa de la requerida para efectuar la desconexión, y las precauciones y medidas de seguridad son las mismas en cada una de las etapas. Sin embargo, es preciso extremar las precauciones antes de comenzar dichas etapas. Estas precauciones previas van destinadas fundamentalmente a garantizar que la totalidad de los trabajadores han sido informados de que se va a efectuar la reposición de la tensión y la comprobación de que todos y cada uno de ellos han tomado las medidas previstas en la planificación del trabajo para que las operaciones de reposición de la tensión se realicen con garantías de seguridad. Esto incluye verificar la recogida de todos los equipos, materiales y herramientas que no vayan a ser utilizados en las sucesivas etapas de reposición de la tensión.

En el transcurso de las citadas operaciones debe prestarse especial atención a los siguientes aspectos:

a) La previa notificación a todos los trabajadores involucrados de que va a comenzar la reposición de la tensión.
b) La comprobación de que todos los trabajadores han abandonado la zona, salvo los que deban actuar en la reposición de la tensión.
c) Asegurarse de que han sido retiradas la totalidad de las puestas a tierra y en cortocircuito.
d) Informar, en su caso, al responsable de la instalación de que se va a realizar la conexión.
e) Accionar los aparatos de maniobra correspondientes.

Como ya se ha dicho, los equipos de protección individual y los equipos auxiliares usados por los trabajadores deben reunir los mismos requisitos que los utilizados en la desconexión de la instalación.

Ficha de descargo

Definiciones

- *Jefe de explotación:* es la persona responsable de la explotación de las instalaciones afectadas por los trabajos. Toda instalación debe estar bajo la responsabilidad de un jefe de explotación.
- *Agente de consignación o descargo:* es la persona que realiza la consignación o descargo de una instalación.
- *Jefe de trabajos:* es la persona que, presente en un trabajo, lo dirige por designación o delegación de sus superiores, siendo responsable del mismo.
- *Zona protegida:* es la zona en la que los límites están definidos por las puestas a tierra y en cortocircuito colocadas en los puntos de corte de las fuentes de tensión. Una zona protegida no puede considerarse como una zona de trabajo, aunque en algún caso pudiera coincidir.
- *Zona de trabajo:* zona definida y señalizada por el Jefe de Trabajos y asignada por él al personal de su equipo. Normalmente queda definida por las puestas a tierra de trabajo.

Trabajos en una instalación de Alta Tensión sin tensión

Los trabajos en una instalación de alta tensión sin tensión requieren:

- Previamente a la realización de los trabajos, el Jefe de explotación debe:

  — Efectuar una petición de consignación o descargo.
  — Poner a disposición de la persona encargada de dejar la instalación en situación de consignación o descargo los documentos que permitan la identificación de la misma.

- Durante la realización de los trabajos el agente encargado de la consignación o descargo debe:

  — *Desconectar.* La parte de la instalación en la que se va a realizar el trabajo debe aislarse de todas las fuentes de alimentación o posibles fuentes de tensión.

— *Prevenir cualquier posible realimentación.* Los dispositivos de maniobra utilizados para desconectar la instalación deben asegurarse contra cualquier posible reconexión, preferentemente por bloqueo del mecanismo de maniobra, y deberá colocarse, cuando sea necesario, una señalización para prohibir la maniobra. En ausencia de bloqueo mecánico, se adoptarán medidas de protección equivalentes. Cuando sea necesaria una fuente de energía auxiliar para maniobrar un dispositivo de corte, ésta deberá desactivarse o deberá actuarse en los elementos de la instalación de forma que la separación entre el dispositivo y la fuente quede asegurada.
— *Verificar la ausencia de tensión.* La ausencia de tensión deberá verificarse en todos los elementos activos de la instalación eléctrica en la zona de trabajo y lo que están más cerca de esta y son susceptibles de ser alcanzados. El correcto funcionamiento de los dispositivos de verificación de ausencia de tensión deberá comprobarse antes y después de dicha verificación.
— *Poner a tierra y en cortocircuito.* Las partes de la instalación donde se vaya a trabajar deben ponerse a tierra y en cortocircuito. Los equipos o dispositivos de puesta a tierra y en cortocircuito deben conectarse en primer lugar a la toma de tierra y a continuación a los elementos a poner a tierra, debiendo ser visibles desde la zona de trabajo. Si esto último no fuera posible, las conexiones de puesta a tierra deben colocarse tan cerca de la zona de trabajo como se pueda.

- Durante la realización de los trabajos el agente encargado de la consignación o descargo debe identificar explícitamente en el documento de consignación, los límites de la zona protegida de la instalación.
- Una vez confirmada, por el agente encargado de la consignación o descargo, la realización de las operaciones que al mismo le incumben, el Jefe de Trabajos deberá proceder, en el lugar de trabajo, a realizar obligatoriamente, antes de iniciar los trabajos las operaciones siguientes:

— Verificación de la ausencia de tensión.

— En el caso de que al efectuar dichas operaciones se observara presencia de tensión en alguno de los conductores, el Jefe de Trabajos lo comunicará al agente de consignación o descargo, y no iniciará la colocación de las puestas a tierra y en cortocircuito hasta que reciba la confirmación de aquél, de que puede hacerlo y haya comprobado nuevamente la ausencia de tensión.
— Puesta a tierra y en cortocircuito.
— Proteger frente a los elementos próximos en tensión y establecer una señalización de seguridad para delimitar la zona de trabajo.

Caso particular: cuando el Jefe de Trabajos sea al mismo tiempo el agente encargado de la consignación o descargo, efectuará previamente todas las operaciones propias de la consignación o descargo.

Caso particular: en ocasiones, por ejemplo en empresas que dispongan de un suministro en alta tensión, la figura del jefe de explotación puede coincidir con la figura del agente encargado de la consignación y o descargo e incluso con la figura del jefe de trabajos.

Este documento de petición de descargo debe disponer de tres copias, una para el Jefe de la Explotación, otra para el agente encargado de la consignación o descargo y la última para el jefe de trabajos.

PETICIÓN DE DESCARGO

	Descripción					
Instalación afectada (*)						
Consumidores afectados						
Descripción de los trabajos a realizar:						
Fecha prevista						
	Hora inicio:		Hora finalización:			

Operaciones persona encargada de descarga de la instalación: agente de consignación	SÍ	NO	NP
1.ª Desconectar.			
2.ª Prevenir cualquier posible realimentación.			
3.ª Verificar la ausencia de tensión.			
4.ª Poner a tierra y en cortocircuito.			
5.ª Proteger elementos próximos en tensión y delimitar zona de trabajo.			

Peticionario: Jefe de explotación Firma:	Agente de consignación: Definición de los límites de la zona protegida Firma:					
DESCARGO	Entregué: Agente de consignación Firma:			Recibí: Jefe de Trabajos Firma:		
	Hora:	Día:	Mes:	Hora:	Día:	Mes:
REPOSICIÓN	Entregué: Jefe de Trabajo Firma:			Recibí: Agente de Descargo Firma:		
	Hora:	Día:	Mes:	Hora:	Día:	Mes:
Observaciones:						

(*) Incluir esquema si es necesario.

6.1.1. *Secuencia maniobra de descargo*

La distribución que se observa en las fotografías es quizás la más habitual y al mismo tiempo el más sencillo de los suministros en alta tensión, una línea derivada de la línea principal. En la torre situada tras el entronque con la línea principal se encuentra un seccionador, los fusibles y ya en la torre donde se encuentra el transformador, hay una autoválvula, el transformador y el correspondiente suministro en baja tensión para consumo (Figuras 48, 49, 50 y 51).



Figura 48

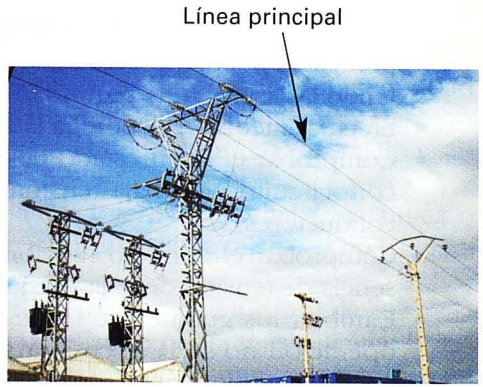


Figura 49



(1) Seccionador; (2) Fusibles

Figura 50



Figura 51

En esta distribución la secuencia de maniobras a realizar para conseguir la supresión de la tensión sería la siguiente:



Figura 52. Soplador.

- Comprobar la estanqueidad de los guantes aislantes Clase 4, adecuados a la tensión nominal de la línea (Figura 52).
- Utilizar el equipo de protección personal (casco con barbuquejo y sistema anticaídas para el ascenso), guantes ignífugos bajo los guantes aislantes y la pantalla facial inactínica o pantalla facial más gafas inactínicas bajo la misma si no es inactínica.
- Ascender sobre el apoyo hasta el punto desde el que mediante la pértiga se puede proceder a la apertura del seccionador, respetando la distancia de seguridad (distancia de peligro).
- Efectuar mediante la pértiga la apertura del seccionador.
- Comprobar el buen estado del equipo de puesta a tierra y en cortocircuito para baja tensión (pértiga, conexiones, pinzas y conductores).
- Comprobar el correcto funcionamiento del verificador de ausencia de tensión de baja tensión.
- Cambiar los guantes de Clase 4 por los guantes clase 1, esta operación no sería necesaria si el trabajador optara por usar los guantes de Clase 4 durante la realización de todas las maniobras.
- Ascender por el apoyo hasta el Cuadro de baja tensión y proceder a su apertura
- Comprobar ausencia de tensión en baja tensión mediante voltímetro o discriminador.
- Comprobar el correcto funcionamiento del verificador de ausencia de tensión de baja tensión. Estas comprobaciones previas y posteriores a la verificación de ausencia de tensión en baja tensión no son obligatorias, aunque si recomedables.
- Puesta a tierra y en Cortocircuito de la instalación de en baja tensión.
- Comprobar el correcto funcionamiento del verificador de ausencia de tensión de alta tensión.
- Comprobar el buen estado del equipo de puesta a tierra y en cortocircuito de alta tensión (pértiga, conexiones, pinzas y conductores).

- Comprobar que el campo de tensiones de utilización del verificador de ausencia de tensión, indicado en la etiqueta de identificación del mismo, comprenda la tensión nominal de la instalación a verificar.
- Comprobar el correcto funcionamiento del verificador de ausencia de tensión, encendido de los indicadores luminosos y emisión de la señal sonora, mediante alguno de los siguientes procedimientos: pulsador de autocomprobación, magneto o punto en tensión conocido.
- Acoplar y fijar correctamente el verificador de ausencia de tensión al cabezal de la pértiga aislante.
- Desenrollar totalmente el conductor de puesta a tierra.
- Conectar la grapa de puesta a tierra a la pica o punto de toma de tierra.
- Situarse sobre el apoyo, respetando la distancia de seguridad (distancia de peligro) y amarrarse con el sistema anticaídas.
- Subir el equipo de puesta a tierra con la cuerda de servicio y sujetarlo en el parking.
- Colocarse los guantes aislantes y la pantalla facial inactínica o pantalla facial más gafas inactínicas bajo la misma si no es inactílica.
- Comprobar con la pértiga detectora, con verificador de ausencia de tensión, fase por fase, empezando por la más cercana, la ausencia de tensión de la instalación y de los puntos próximos en que se pueda establecer un contacto eventual.
- Comprobar nuevamente el correcto funcionamiento del verificador de ausencia de tensión.
- Conectar las pinzas de conexión, si es posible con una pértiga aislante, una por una, a las fases correspondientes, empezando por la más cercana, y asegurar su buen contacto.
- Quitarse los guantes aislantes y las gafas inactínicas y guardarlos en su estuche protector.

En este caso no sería necesario establecer una señalización de seguridad para delimitar la zona de trabajo.

Para reponer la tensión debe efectuarse la misma secuencia de operaciones pero en sentido inverso.

6.2. Trabajos en tensión

Son aquellos trabajos durante los cuales un trabajador entra en contacto con elementos en tensión, o entra en la zona de peligro, bien sea con una parte de su cuerpo o con las herramientas, equipos, dispositivos o materiales que manipula (Figura 53).

Los trabajos en tensión deben efectuarse bajo la dirección y vigilancia de un jefe de trabajo, que será el trabajador cualificado que asume la responsabilidad directa del mismo. Si la amplitud de la zona de trabajo no le permitiera una vigilancia adecuada, deberá requerir la ayuda de otro trabajador cualificado.

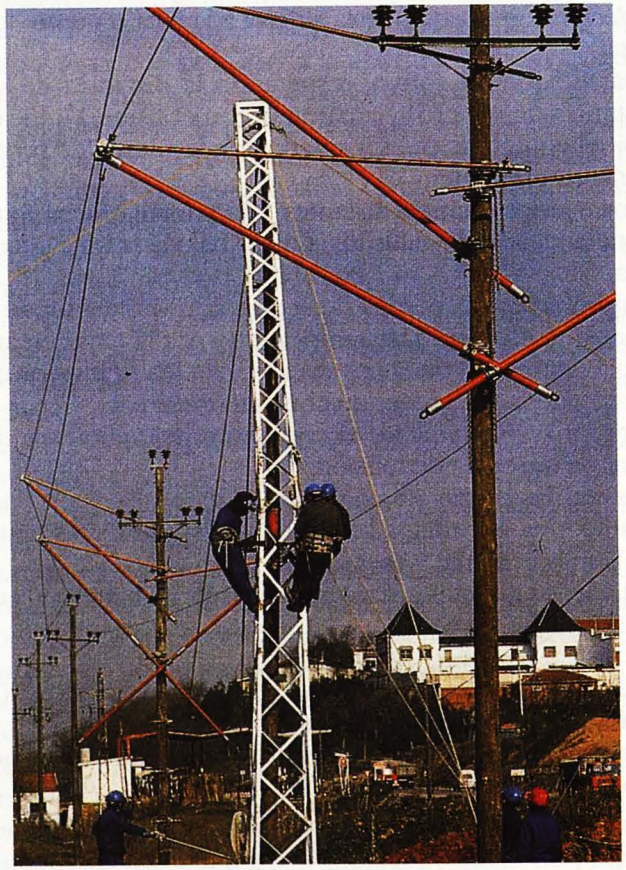


Figura 53. Intercalado de un apoyo metálico.

El método de trabajo empleado y los equipos y materiales utilizados deberán asegurar la protección del trabajador frente al riesgo eléctrico, garantizando, en particular, que el trabajador no pueda contactar accidentalmente con cualquier otro elemento a potencial distinto al suyo (Figuras 55 y 56). Entre los equipos y materiales necesario para asegurar dicha protección se encuentran:

a) Los accesorios aislantes (pantallas, cubiertas, vainas, etc.) para el recubrimiento de partes activas o masas.
b) Los útiles aislantes o aislados (herramientas, pinzas, puntas de prueba, etc.).
c) Las pértigas aislantes.
d) Los dispositivos aislantes o aislados (banquetas, alfombras, plataformas de trabajo, etc.).
e) Los equipos de protección individual frente a riesgos eléctricos (guantes, gafas, cascos, etc.).

Todos los trabajadores que intervengan en un trabajo en tensión en alta tensión serán trabajadores cualificados, que deberán ser autorizados por escrito por el empresario para realizar el tipo de trabajo que vaya a desarrollarse, tras comprobar su capacidad para hacerlo correctamente, de acuerdo al procedimiento establecido. Este método de trabajo cuando su complejidad o novedad lo requiera, deberá ser ensayado previamente sin tensión. Este deberá definirse por escrito e incluir la secuencia de las operaciones a realizar, indicando, en cada caso:

a) las medidas de seguridad que deben adoptarse.
b) El material y medios de protección a utilizar y, si es preciso, las instrucciones para su uso y para la verificación de su buen estado.
c) Las circunstancias que pudieran exigir la interrupción del trabajo.

El procedimiento debe describir las sucesivas etapas del trabajo y detallar, en cada una de ellas, las distintas operaciones elementales que hayan de realizarse y la manera de ejecutarlas de forma segura.

La autorización, tendrá que renovarse, tras una nueva comprobación de la capacidad del trabajador para seguir correctamente el procedimiento de trabajo establecido, cuando éste cambie significativamente, o cuando el trabajador haya dejado de realizar el tipo de trabajo en cuestión durante un período de tiempo superior a un año.

La autorización deberá retirarse cuando se observe que el trabajador incumple el procedimiento establecido, o cuando la vigilancia de la salud ponga de manifiesto que el estado del trabajador no se adecua a las exigencias psicofísicas requeridas por el tipo de trabajo a desarrollar.

La formación de los trabajadores que realizan trabajos en tensión debe ser continua, por este motivo dichos trabajadores deberían efectuar reciclajes con carácter anual. Si se dan circunstancias especiales como la realización de nuevos procedimientos de trabajo, la incorporación de técnicas novedosas, la realización de trabajos esporádicos, si se han producido accidentes de trabajo, etc., debería efectuarse una formación extraordinaria de los operarios

Dicha formación debe asegurar la capacidad del trabajador para determinar las distancias mínimas de aproximación con arreglo a la tensión de la instalación, la correcta aplicación de las técnicas y procedimientos para cada uno de los trabajos en tensión, así como el uso apropiado de los equipos de protección individual, de las herramientas y de los equipos de trabajo.

Previamente a iniciar un trabajo en tensión, el jefe de trabajos debe disponer de información clara sobre: el lugar de trabajo, la fecha de inicio de los trabajos, su duración y el régimen especial en que funcionará la instalación durante los trabajos. Además, el jefe de trabajos debe comunicarse con el responsable de la instalación donde se realiza el trabajo, a fin de adecuar las condiciones de la instalación a las exigencias del mismo.

Los trabajos en lugares donde la comunicación sea difícil por su orografía, confinamiento u otras circunstancias, deberán realizarse estando presentes, al menos, dos trabajadores con formación en materia de primeros auxilios y sobre técnicas de rescate y auto-rescate en caso de producirse situaciones de emergencia derivadas de la realización de los trabajos en altura.

Existen tres métodos de trabajo, a potencial, a distancia y en contacto:

(1) Método de trabajo a potencial

En este método, el trabajador manipula directamente los conductores o elementos en tensión. Este método está fundamentado en el hecho de que, dado que el paso de corriente a través de una persona requiere que exista una diferencia de potencial entre el punto de entrada y el punto de salida de la corriente, si el trabajador se pone al mismo potencial que la instalación sobre la que trabaja y está perfectamente aislado de tierra y del resto de fases de la instalación, al no existir diferencia de potencial, no se producirá paso de corriente a través de su cuerpo (Figura 54).

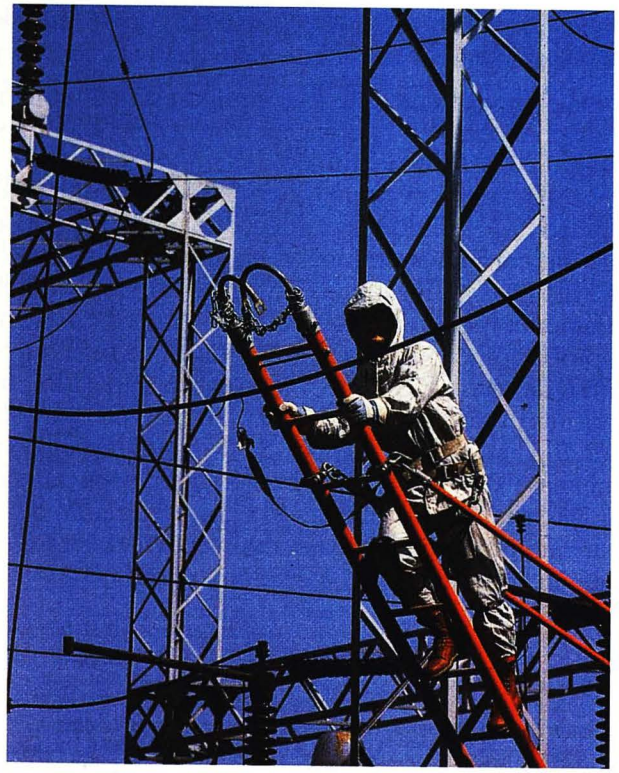


Figura 54. Entrada a potencial de un trabajador.

La seguridad de ejecución de este método de trabajo está basada en el aislamiento del trabajador respecto a tierra y en el respeto de las distancias de seguridad respecto tanto a elementos próximos en tensión, mediante elementos aislantes acordes a la tensión de trabajo como a elementos metálicos puestos a tierra. Antes de que el trabajador entre en contacto con el elemento en tensión, debe unirse eléctricamente a él para evitar la existencia de diferencia de potencial. Para ello, el trabajador debe conectar a la línea sobre la que quiere trabajar un conductor

auxiliar conectado, en su otro extremo, al traje conductor que viste el mismo.

Este método requiere además asegurar el aislamiento respecto a tierra de todos los equipos de trabajo utilizados. Es por lo tanto fundamental que las escaleras o sistemas de elevación que se usen presenten niveles de aislamiento acordes a la tensión de la instalación.

En el caso de utilizar un vehículo elevador para aproximarse a la zona de trabajo, debe:

- Asegurar previamente que este equipo está eficazmente unido a tierra y conectado equipotencialmente a cualquier masa metálica existente en la zona de trabajo.
- Comprobar. antes de comenzar la elevación, que el aislamiento del brazo del elevador es el adecuado, garantizándose la inexistencia de corrientes de fuga y, en caso de que las condiciones climatológicas lo hagan necesario (contaminación del aire, condensaciones por humedad del ambiente, etc.) efectuarse una comprobación continua de las corrientes de fuga que se generan a través de dicho elemento, bien por un trabajador, bien por un dispositivo automático de alarma. En caso de que estas corrientes de fuga superaran el valor de 1 microamperio por cada KV nominal de la instalación, deben detenerse los trabajos.
- Limpiar con un paño siliconado el brazo aislante del elevador.
- Evitar que durante el trabajo algún trabajador esté simultáneamente en contacto con el elevador y tierra.

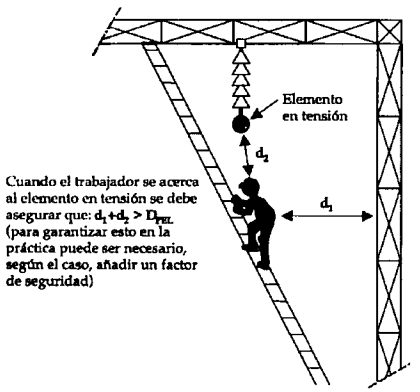


Figura 55. Distancias de seguridad para trabajos a potencial.

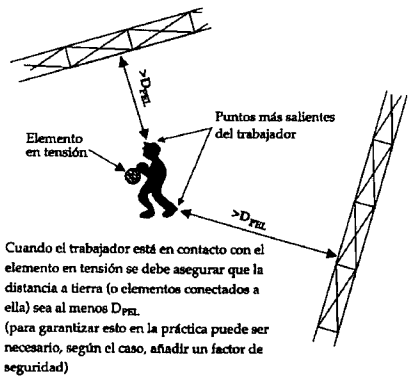


Figura 56. Distancias de seguridad para trabajos a potencial.

Durante la realización de los trabajo deben respetarse las distancias de seguridad respecto a cualquier elemento metálico puesto a tierra. En caso de no respetarse dichas distancias el trabajador podría verse sometido a una diferencia de potencial que le generaría un grave accidente. Por este motivo, cualquier herramienta que se le entregue al trabajador, bien desde el suelo, bien desde un apoyo debe asegurar unas adecuadas condiciones de aislamiento respecto a tierra.

Los operarios que trabajan con el método a potencial deben ir vestidos con ropa externa conductora (traje de Faraday): pantalón, chaqueta con capucha, calcetines y calzado. Esta indumentaria no tiene por objeto evitar el paso de corriente a través del trabajador sino constituir un apantallamiento que impide la penetración del campo eléctrico en su cuerpo. La seguridad que proporciona esta ropa exterior de trabajo conductora, ya que todas las prendas están eléctricamente unidas y su tejido está constituido por hilos metálicos y fibras sintéticas o naturales hiladas conjuntamente, se basa en la teoría de Faraday. Esta teoría se basa en que, todo cuerpo rodeado de una pantalla conductora queda protegido del campo eléctrico que se establece entre el conductor energizado y las torres metálicas y el suelo, y entre el conductor energizado y el operario subido a la torre, o subido sobre la escalera aislante, etc. Según la Asociación de Medicina y Seguridad en el Trabajo de UNESA para la industria eléctrica, esta vestimenta conductora es obligatorio utilizarla en tensiones superiores a 72,5 Kv.

(2) Método de trabajo a distancia

En este método, el trabajador permanece al potencial de tierra, bien sea en el suelo, en los apoyos de una línea aérea o en cualquier otra estructura o plataforma. El trabajo se realiza mediante herramientas diseñadas específicamente para realizar este tipo de trabajos que permiten efectuar todas las operaciones necesarias (Figura 57), como son el corte de conductores, el apriete de puentes, etc. Todas estas herramientas irán acopladas al extremo de pértigas aislantes.

La fiabilidad de ejecución de estos trabajos depende del estado de estas herramientas aislantes, por lo que previamente a comenzar los trabajos debe revisarse su estado y periódicamente su nivel de aislamiento.

Para la ejecución de este método de trabajo, es necesario que, mientras está operando, el trabajador se mantenga en todo momento



Figura 57. Cambio de aislamiento rígido.

fuera de la Zona de peligro, es decir el trabajador debe respetar en todo momento unas distancias mínimas en función de la tensión de la instalación, respecto a aquellos conductores desnudos en tensión (Figura 58).

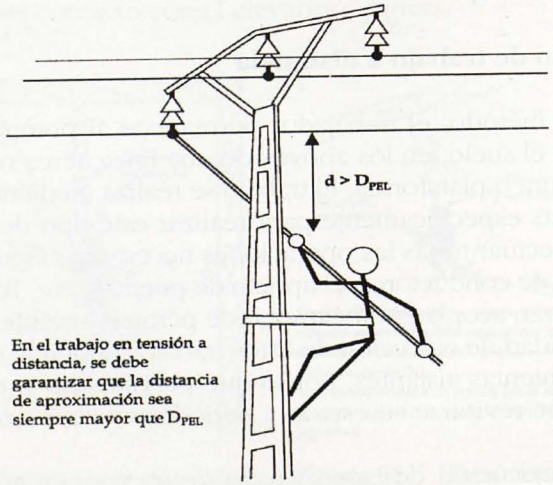


Figura 58. Distancia de seguridad con pértiga.

De este modo, si dentro de la planificación de los trabajos se considera la utilización de protectores aislantes destinados al recubrimiento de conductores, herrajes, etc., se incrementa tanto la facilidad, al no haber necesidad de preservar respecto a dichos elementos ninguna distancia de seguridad, como la seguridad de realización de los trabajos.

Como ya se ha comentado es muy importante que durante la secuencia de operación se mantengan en todo momento las distancias mínimas de aproximación (distancias de peligro). Por ello, si los trabajos no se realizan desde el suelo sino desde plataformas o desde los mismos apoyos, los equipos utilizados deben garantizar un apoyo estable que permita controlar las distancias de aproximación. En determinadas ocasiones, para garantizar estas distancias puede ser necesario establecer unos coeficientes de seguridad que deberán establecerse en función del tipo de trabajo a desarrollar.

(3) Método de trabajo en contacto

Este método que requiere la utilización de guantes aislantes adecuados a la tensión de trabajo, se emplea principalmente en baja tensión, aunque también puede ser usado en la gama más baja de tensiones de alta tensión. Para poder aplicarlo es necesario que las herramientas manuales utilizadas (alicates, destornilladores, llaves de tuercas, etc.) dispongan del recubrimiento aislante adecuado. Este método se basa en dejar únicamente accesible la zona, el conductor, etc., sobre el que se va a trabajar, protegiendo el resto mediante los recubrimientos aislantes que sean necesarios. De este modo, se impide que se generen diferencias de potencial peligrosas para los trabajadores.

6.3. Trabajos en proximidad

Son aquellos trabajos durante los cuales el trabajador entra, o puede entrar, en la zona de proximidad, sin entrar en la zona de peligro, bien sea con una parte de su cuerpo, o con las herramientas, equipos, dispositivos o materiales que manipula.

La delimitación de la zona de trabajo con respecto a la zona de peligro requiere conocer, al menos, los siguientes datos:

- La tensión nominal de la instalación.

- Las operaciones que han de ser realizadas en proximidad.
- En cuáles de ellas se puede delimitar con precisión la zona en la que se van a realizar los trabajos y en cuáles no se puede delimitar con precisión y la proximidad máxima prevista en los trabajos con respecto a los elementos en tensión existentes.

Con esta información se podrán determinar las distancias de peligro **(D_{PEL-2} o D_{PEL-1})** y de proximidad **(D_{PROX-1} o D_{PROX-2})** y delimitar la zona de trabajo con respecto a la zona de peligro (Figura 59), de forma que ningún trabajador sobrepase los límites de la zona de peligro. Del mismo modo, se puede delimitar el perímetro de la zona de trabajo en proximidad para que no accedan a ella más que las personas autorizadas.

En todo trabajo en proximidad de elementos en tensión, el trabajador deberá permanecer fuera de la zona de peligro, es decir, la delimitada por la distancia D PEL-2 o D PEL-1, y lo más alejado de ella que el trabajo permita. Respecto a la necesidad de mantenerse lo más alejado de la zona peligro que el trabajo lo permita debe tenerse en cuenta que:

a) Las herramientas u objetos conductores que porte el trabajador se consideran una prolongación de su cuerpo.
b) La distancia que se debe respetar respecto a la zona de peligro es la que exista entre ésta y el punto de su cuerpo (u objeto que porte) más cercano a ella. (Figura 59).

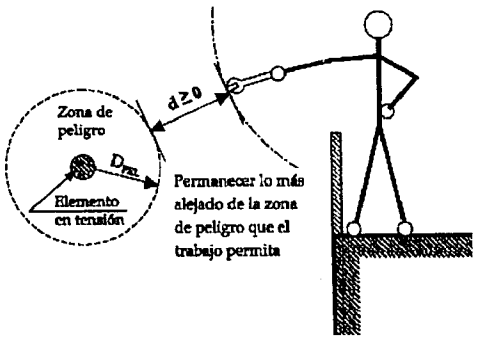


Figura 59. Distancia de trabajos en proximidad.

Antes de iniciar el trabajo en proximidad de elementos en tensión, un trabajador cualificado determinará la viabilidad del trabajo, es decir, debe definir si se puede efectuar el trabajo con garantías de no invadir la zona de peligro. De ser el trabajo viable, deberán adoptarse las medidas de seguridad necesarias para reducir al mínimo posible:

a) El número de elementos en tensión. La primera acción siempre debe ir encaminada a evitar el peligro, por lo tanto, se ha de intentar suprimir la tensión de la instalación en el mayor número de puntos posibles.
b) Si no es posible reducir totalmente el peligro, mediante una supresión total de la tensión, se debe intentar reducir todo lo que sea posible el número de elementos accesibles que permanezcan en tensión, mediante la colocación de pantallas, barreras, envolventes o protectores aislantes cuyas características (mecánicas y eléctricas) y forma de instalación garanticen su eficacia protectora.

Si, a pesar de las medidas adoptadas, siguen existiendo elementos en tensión cuyas zonas de peligro son accesibles, se deberá:

a) Delimitar la zona de trabajo respecto a las zonas de peligro.
b) Informar a los trabajadores directa o indirectamente implicados de los riesgos existentes, de la situación de los elementos en tensión, de los límites de la zona de trabajo y de cuantas precauciones y medidas de seguridad deban adoptar para no invadir la zona de peligro, comunicándoles, además, la necesidad de que ellos, a su vez, informen sobre cualquier circunstancia que muestre la insuficiencia de las medidas adoptadas.

En las empresas cuyas actividades habituales conlleven la realización de trabajos en proximidad de elementos en tensión, particularmente si tienen lugar fuera del centro de trabajo, el empresario deberá asegurarse de que los trabajadores poseen conocimientos que les permiten identificar las instalaciones eléctricas, detectar los posibles riesgos y obrar en consecuencia.

Cuando existiendo elementos en tensión cuyas zonas de peligro son accesibles y las medidas adoptadas, tales como delimitación de zonas, información a los trabajadores, etc., no son suficientes para proteger a los trabajadores frente al riesgo eléctrico, los trabajos serán realizados, una vez tomadas las necesarias medidas de delimitación e información, por trabajadores cualificados o, en algún caso, por trabajadores autorizados vigilados y contratados por cualificados. Estos trabajadores, que tienen permiso para trabajar en dicha zona, no son trabajadores autorizados en el sentido estricto del término.

En el desempeño de su función de vigilancia, los trabajadores cualificados deberán velar por el cumplimiento de las medidas de seguridad y controlar, en particular, el movimiento de los trabajadores y objetos en la zona de trabajo, teniendo en cuenta sus características, sus posibles desplazamientos accidentales y cualquier otra circunstancia que pudiera alterar las condiciones en que se ha basado la planificación del trabajo. La vigilancia no será exigible cuando los trabajos lo realicen fuera de la zona de proximidad o en instalaciones de baja tensión.

6.3.1. *Acceso a recintos de servicio y envolventes de material eléctrico*

El acceso a recintos independientes destinados al servicio eléctrico o a la realización de pruebas o ensayos eléctricos (centrales, subestaciones, centros de transformación, salas de control o laboratorios), estará restringido a los trabajadores cualificados, o a personal, bajo la vigilancia continuada de éstos, que haya sido previamente informado de los riesgos existentes y las precauciones a tomar, es decir autorizados.

La apertura de celdas, armarios y demás envolventes de material eléctrico estará restringida a trabajadores autorizados.

El acceso a los recintos y la apertura de las envolventes por parte de los trabajadores cualificados sólo podrá realizarse, en el caso de que el empresario para el que estos trabajan y el titular de la instalación no sean una misma persona, con el conocimiento y permiso de este último.

Las puertas de estos recintos deberán señalizarse indicando la prohibición de entrada al personal no autorizado de manera expresa. Cuando en el recinto no haya personal de servicio, las puertas deberán permanecer cerradas de forma que se impida la entrada del personal no autorizado.

6.4. Maniobras, ensayos, mediciones y verificaciones

Aquellas operaciones que no implican montar o desmontar ningún elemento de la instalación y que se llevan a cabo accionando aparatos diseñados e incorporados a la instalación con esa finalidad, se definen como maniobras. Para cada tipo de maniobra que pueda efectuarse se

debería elaborar un procedimiento de ejecución que contemple al menos:

a) La secuencia de operaciones a realizar.
b) Los equipos auxiliares: pértigas aislantes, banquetas, conexiones equipotenciales, etc., que deben utilizarse.
c) Los equipos de protección individual requeridos: pantalla facial, gafas inactínicas (caso de no serlo la pantalla facial), casco de seguridad con barboquejo, sistemas anticaídas, etc.
d) Las comprobaciones previas de dichos equipos.
e) Las situaciones que pueden obligar a suspender la ejecución de las maniobras. Cuando las maniobras, medidas, ensayos o verificaciones hayan de ser realizadas al aire libre, el procedimiento de ejecución debería especificar las circunstancias que determinan la suspensión de los trabajos (tormentas, viento, niebla, lluvia, etc.).

Las pruebas que pueden llevarse a cabo en las instalaciones y equipos eléctricos son muy variadas: medición de tensiones, de intensidades, de resistencias, de resistencias de tierra, de temperatura, de corrientes de fuga, etc., así como ensayos y verificaciones de aislamiento, de resistencia mecánica, de funcionamiento de dispositivos automáticos de protección, etc. Cada una de estas pruebas cuya realización sea compleja debería disponer de un procedimiento de ejecución que comprenda al menos:

a) *La delimitación y señalización de la zona de trabajo* cuando otras personas o trabajadores puedan entrar en la zona de trabajo. Esta delimitación puede efectuarse mediante la colocación de vallas o barreras que impidan el acceso a la zona de trabajo o bien utilizando cintas o bandas con colores distintivos en cuyos soportes pueden colocarse señales de peligro y prohibición de acceder a la Zona de trabajo.
b) *Los aspectos relacionados con la puesta a tierra*, en general, todas las partes conductoras accesibles al trabajador que realiza las operaciones deben ser conectadas a tierra durante el tiempo que dure su ejecución. La puesta a tierra será común para los equipos usados en las pruebas y la parte de la instalación en pruebas. Para realizar la puesta a tierra deben seguirse los pasos descritos en el capítulo sobre trabajos sin tensión.

En el caso de que se utilice algún vehículo en la zona de pruebas, su chasis debería ser puesto a tierra. La protección contra las tensiones de contacto respecto a cualquier parte conductora accesible del vehículo a los trabajadores, puede ser realizada mediante aislamientos adecuados o mediante una conexión equipotencial.

c) *La forma de utilizar los equipos de pruebas,* los terminales o elementos accesibles de los equipos de medida e instrumentos utilizados para realizar las pruebas deben estar aislados para proteger a los trabajadores de los riesgos derivados de las tensiones que pueden aparecer en los mismos durante dichas pruebas. Debe evitarse tender en la zona de pruebas los cables de los equipos utilizados en ellas salvo que dichos cables dispongan de un apantallamiento o blindaje metálico. Además, se deberían ordenar todos los cables de manera que se mantengan separados los de mando, los de fuerza y los de puesta a tierra. En el caso de que los trabajadores deban permanecer en la zona de pruebas durante la ejecución de éstas en tensión, el jefe de trabajos o el responsable de su ejecución debería vigilar su desarrollo y disponer de un medio que le permita la desconexión inmediata de los circuitos de prueba en caso de emergencia.

Una vez concluidos los trabajos, antes de levantar las restricciones para el libre acceso a la zona, es preciso suprimir la tensión de la instalación en pruebas y dejar instalado un equipo de puesta a tierra y en cortocircuito.

Si durante la realización de las mediciones, ensayos y verificaciones es necesario retirar algún dispositivo de puesta a tierra colocado en las operaciones realizadas para dejar sin tensión la instalación se tomarán:

- Las precauciones necesarias para evitar la realimentación de la misma.
- las medidas complementarias tales como trabajar mediante un método de trabajo en tensión durante el período de tiempo que dure la desconexión de la toma de tierra.

Cuando sea necesario utilizar una fuente de tensión exterior se tomarán precauciones para asegurar que:

a) La instalación no pueda ser realimentada por otra fuente de tensión distinta de la prevista.

b) Los puntos de corte tengan un aislamiento suficiente para resistir la aplicación simultánea de la tensión de ensayo por un lado y la tensión de servicio por el otro.
c) Se adecuarán las medidas de prevención tomadas frente al riesgo eléctrico, cortocircuito o arco eléctrico al nivel de tensión utilizado.

Las maniobras en alta tensión sólo podrán ser realizadas por trabajadores cualificados. En el caso de las mediciones, ensayos y verificaciones en instalaciones de alta tensión, deberán ser trabajadores cualificados, pudiendo ser auxiliados por trabajadores autorizados bajo su supervisión y control.

El método de trabajo empleado y los equipos y materiales de trabajo y de protección utilizados deberán proteger al trabajador frente al riesgo de contacto eléctrico, arco eléctrico, explosión o proyección de materiales.

El Jefe de Trabajo o el responsable de las pruebas debe asegurarse del cumplimiento de la secuencia de operaciones de acuerdo con el procedimiento establecido.

En todo caso, si durante la realización de las maniobras, mediciones, ensayos o verificaciones el trabajador debe acceder a las zonas de peligro o a las zonas de proximidad de elementos en tensión circundantes, se aplicará lo establecido, según el caso, para la realización de los trabajos en tensión o en proximidad.

Entre los equipos y materiales de protección citados se encuentran:

a) Los accesorios aislantes (pantallas, cubiertas, vainas, etc.) para el recubrimiento de partes activas o masas.
b) Los útiles aislantes o aislados (herramientas, pinzas, puntas de prueba, etc.).
c) Las pértigas aislantes.
d) Los dispositivos aislantes o aislados (banquetas, alfombras, plataformas de trabajo, etc.).
e) Los equipos de protección individual. (pantallas, guantes, gafas, cascos, etc.).

Los equipos y materiales de trabajo o de protección empleados para la realización de estas operaciones se elegirán de entre los concebidos para tal fin, teniendo en cuenta las características del trabajo y, en particular, la tensión de servicio, y se utilizarán, mantendrán y revisarán siguiendo las instrucciones de su fabricante. En cualquier caso,

los equipos y materiales para la realización de estas operaciones se ajustarán a la normativa específica que les sea de aplicación.

Los trabajadores deberán disponer de un apoyo sólido y estable, que les permita tener las manos libres, y de una iluminación que les posibilite realizar su trabajo en condiciones de visibilidad adecuadas.

La zona de trabajo deberá señalizarse y/o delimitarse adecuadamente, siempre que exista la posibilidad de que otros trabajadores o personas ajenas penetren en dicha zona y accedan a elementos en tensión.

Las medidas preventivas para la realización de estas operaciones al aire libre deberán tener en cuenta las posibles condiciones ambientales desfavorables, de forma que el trabajador quede protegido en todo momento. Cuando existan condiciones atmosféricas adversas, cuando se vean relámpagos o se oigan truenos, lo que indicaría la inminente aproximación de una tormenta eléctrica, exista mala visibilidad, viento fuerte, etc., debe cesar inmediatamente el trabajo.

7. SUBESTACIONES Y CENTROS DE TRANSFORMACIÓN (CT)

Se denomina subestación de transformación a la destinada a la transformación de energía eléctrica mediante uno o más transformadores cuyos secundarios se emplean en la alimentación de otras subestaciones, o centros de transformación, siendo éstas, aquellas instalaciones que están provistas de uno o varios transformadores reductores de alta a baja tensión con la aparamenta y obra complementaria precisa. Respecto a las instalaciones de intemperie e interiores hemos de decir que son diferentes en cuanto a su constitución física pero prácticamente idénticas en cuanto a sus funciones

Muchas empresas disponen de Centros de Transformación convencionales (Figura 60). Estos centros de transformación cuentan con celdas de obra realizadas en base a los requisitos técnicos especificados en el Reglamento sobre Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación, que describe aspectos tales como: dimensiones de las celdas, anchura de pasillos, características constructivas de los tabiques, señalización, sistemas de ventilación y contra incendios, etc.

Estos Centros de Transformación de interior están compuestos por varias celdas que son las siguientes:

- Celda de línea: es una celda de entrada de seccionamiento y protección. En esta celda se puede disponer de una botella terminal que permite la conversión de línea subterránea a aérea (en el caso de que la alimentación sea subterranea, se dispone también de: un seccionador trifásico, un interruptor automático y una autoválvula.
- Celda de medida. En esta celda se dispone de un transformador de intensidad y de un transformador de tensión para la medida de alta tensión.
- Celdas de protección, transformación y salida. Estas celdas disponen habitualmente de dispositivos de protección, tales como: seccionador, interruptor, fusibles..., y del transformador. Cada una de estas celdas tiene una salida al correspondiente cuadro en baja tensión.

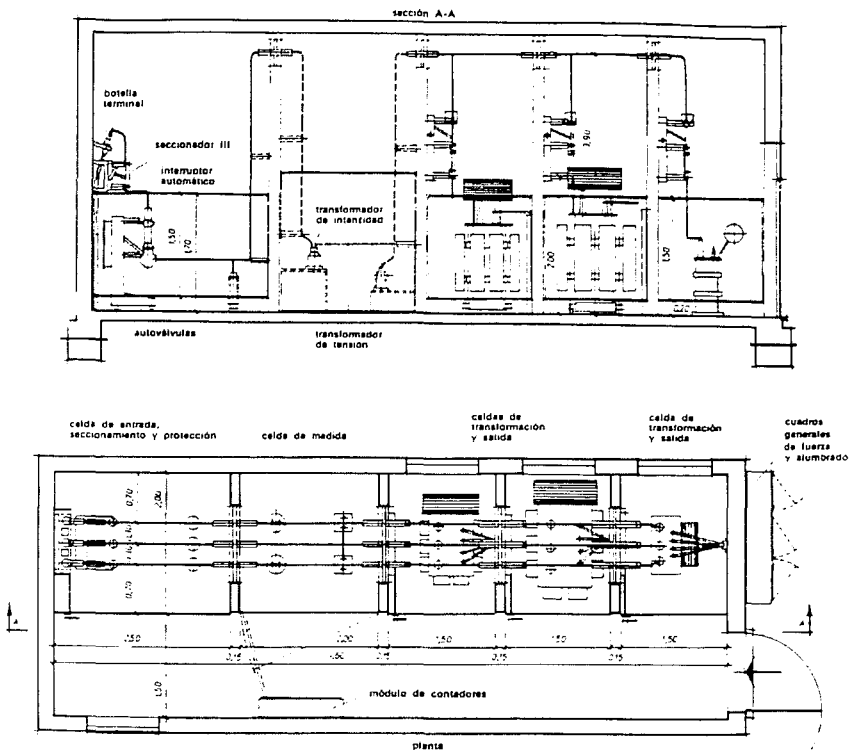


Figura 60. Esquemas de centro de transformación.

En este centro de transformación la secuencia de operaciones para conseguir la supresión de la tensión dependerá del tipo de trabajo que vaya a desarrollarse. La secuencia que debe efectuarse no es la misma si se va a realizar un trabajo de mantenimiento, por ejemplo en sólo una celda de transformación, en manteniendo el resto de celdas en servicio, o si se pretende realizar una reparación del interruptor automático de la celda de entrada. Las características de los seccionadores e interruptores van a condicionar como conseguir la supresión de la tensión

De forma resumida la secuencia recomendada de operaciones a realizar es la siguiente:

- Trabajo de mantenimiento en una celda de transformación:

1. Apertura del interruptor general del cuadro de baja tensión alimentado por este transformador. No se efectúa la apertura directamente en el seccionador de la celda del trasformador ya que el seccionador permite efectuar la apertura en tensión pero no en carga, por ello al desconectar la salida de baja tensión del trasformador deja el circuito sin carga.
2. Apertura del seccionador trifásico de la celda.
3. Bloqueo del interruptor automático en baja, en caso de no ser posible señalización de no maniobrar sobre él.
4. En función de la distancia a la parte superior del seccionador (en tensión) colocar una placa dieléctrica que impida que se cierre el circuito, además de aislar la zona.
5. Verificación de la ausencia de tensión tanto en baja tensión como a la entrada del trasformador o a la salida del seccionador.
6. Puesta a tierra y en cortocircuito antes del trasformador.
7. Puesta a tierra y en cortocircuito en baja tensión, a la salida del transformador.

Hasta no llegar a este momento debe considerarse la instalación en tensión, por lo que los trabajadores deberán utilizar los EPIs a los que se hace referencia en el apartado ocho páginas anteriores.

- Reparación del interruptor automático de la celda de entrada:

1. Apertura del interruptor trifásico general situado en la celda de entrada.
2. Apertura del seccionador general situado en la celda de entrada, para conseguir el corte visible.

3. Apertura de cada uno de los interruptores generales de los cuadros de baja tensión alimentados por los transformadores. Podría haberse efectuado la apertura de los circuitos de baja tensión previamente a la apertura del interuptor trifásico general.
4. Apertura del seccionador trifásico de la celda.
5. Bloqueo del interruptor automático general.
6. Bloqueo de los interruptores generales de los cuadros de baja tensión alimentados por los transformadores. En caso de no ser posible señalización de no maniobrar sobre ellos.
7. Verificación de la ausencia de tensión tanto en baja tensión como a la salida del interruptor automático general.
8. Puesta a tierra y en cortocircuito a la salida del interruptor automático general.
9. Puesta a tierra y en cortocircuito en baja tensión, a la salida de los trasformadores.

Hasta no llegar a este momento debe considerarse la instalación en tensión por lo que los trabajadores deberán utilizar los EPIs a los que se hace referencia en el apartado 8 de este mismo Capítulo.

Sin embargo, no todas las empresas disponen de centros de transformación convencionales, ya que hoy en día muchas empresas optan por utilizar centros de transformación prefabricados. Estos constan de envolventes de hormigón de estructura monobloque, así como distintos elementos prefabricados de hormigón que se ensamblan en obra para construir el edificio. En su interior se incorporan todos los componentes eléctricos, desde la aparamenta de alta tensión hasta los cuadros de baja tensión, incluyendo los transformadores, dispositivos de control e interconexiones entre los diversos elementos (Figuras 61 y 62).

Estos centros de transformación presentan como especial ventaja el hecho de que la construcción, como el montaje y equipamiento interior pueden ser realizados íntegramente en la fábrica del suministrador, garantizando con ello una calidad uniforme y reduciendo considerablemente los trabajos de obra civil y montaje en el punto de instalación

Habitualmente la entrada a estos centros de transformación se realiza a través de una puerta en su parte frontal que da acceso a la zona de aparamenta en la que se encuentran las celdas de alta tensión, los cuadros de baja tensión y los elementos de control del centro. Si las condiciones de explotación lo exigen, es posible que el centro disponga de una segunda puerta de acceso para personas y así establecer una separación física entre las celdas de la compañía eléctrica y las del cliente.

El siguiente esquema muestra las celdas de un centro de transformación en bucle con seccionamiento, protección general, medida y dos protecciones de transformador.

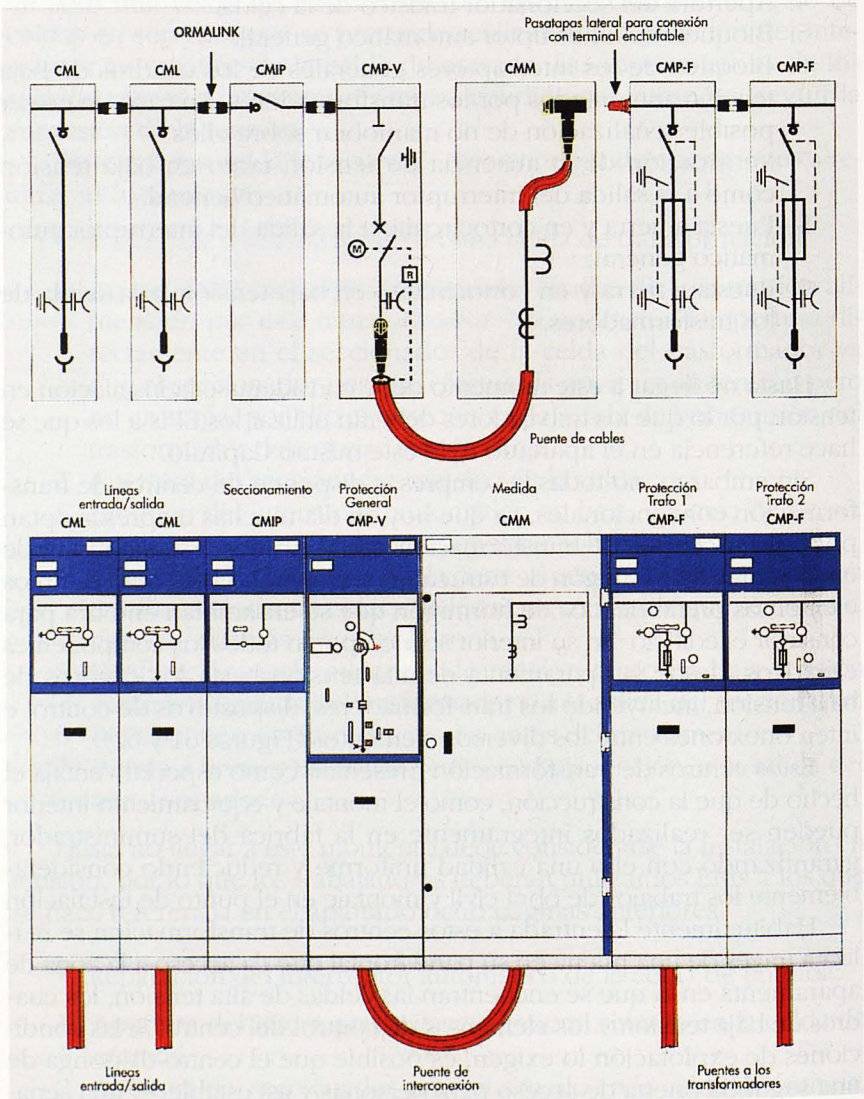


Figura 61. Centros de transformación PFU de Ormazabal.



Figura 62. Conjunto de celdas modulares.

Este sistema está compuesto por sistemas modulares unitarios (Figura 63):



Figura 63. Sistemas modulares unitarios.

Dotada con un interruptor-seccionador de tres posiciones (Figura 64 y 65), permite comunicar el embarrado del conjunto de celdas con los cables, cortar la corriente asignada, seccionar esta unión o poner a tierra simultáneamente las tres bornas de los cables de alta tensión. Este interruptor tiene tres posiciones: conectado, seccionado y puesto a tierra.

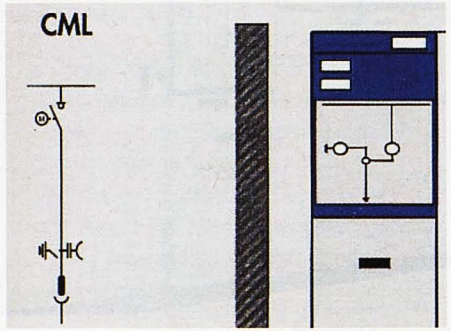


Figura 64. Celda de línea.

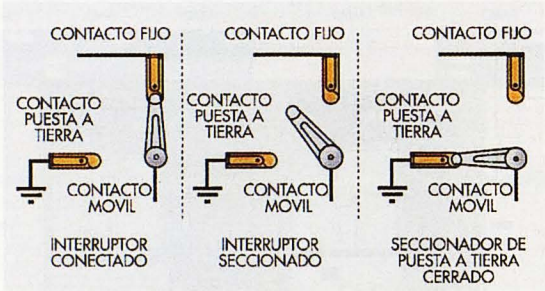


Figura 65. Interruptor-seccionador de tres posiciones.

Este tipo de interruptores es habitual que se pueden gobernar mediante diferentes tipos de mando:

- Manual: cada maniobra la debe realizar directamente el operario mediante una palanca de accionamiento.
- Manual con retención : Similar al anterior pero tras el cierre del interruptor, hay que cargar el resorte de apertura.
- Motorizado : además de las funciones del mando manual, se pueden realizar todas las operaciones con un motor.

- Acumulación : su funcionamiento es similar al manual con retención, pero la operación de cierre y carga de muelles se realiza en una sola maniobra.

Además de un interruptor igual al de la celda de línea, incluye la protección con fusibles, permitiendo su asociación o combinación con el interruptor (Figura 66).

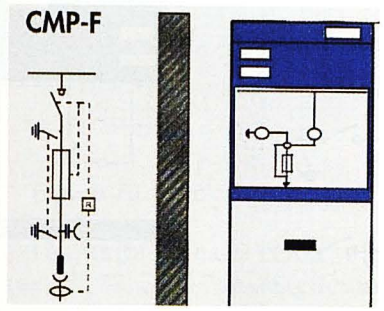


Figura 66. Celda de protección con fusibles.

Incluye un interruptor automático de corte en vacío (Figura 67) y un seccionador de tres posiciones en serie con él.

Este interruptor se puede gobernar mediante un mando:

- Manual: la operación de carga de resortes se realiza, mediante una palanca, simultáneamente para la doble maniobra de cierre y apertura,
- Motorizado: Análogo al anterior pero realizándose la carga de muelles mediante un motor.

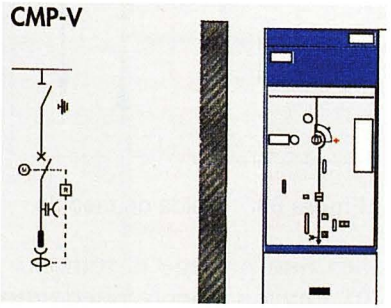


Figura 67. Celda de interruptor automático de corte en vacío.

Dispone de un interruptor en el embarrado de la celda (Figura 68), con objeto de permitir la interrupción en carga consiguiendo la separación en dos partes, del embarrado principal del centro de transformación. En ocasiones se incluye un seccionador de puesta a tierra a uno u otro lado del embarrado.

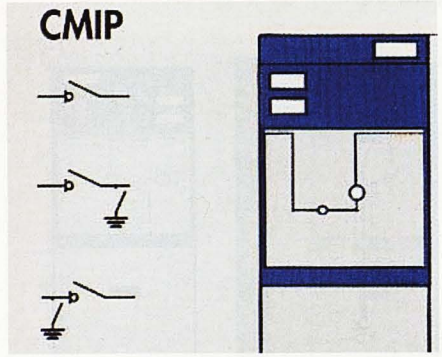


Figura 68. Celda de interruptor pasante.

Esta celda, de reducidas dimensiones, permite incluir los transformadores de medida de tensión e intensidad (Figura 69).

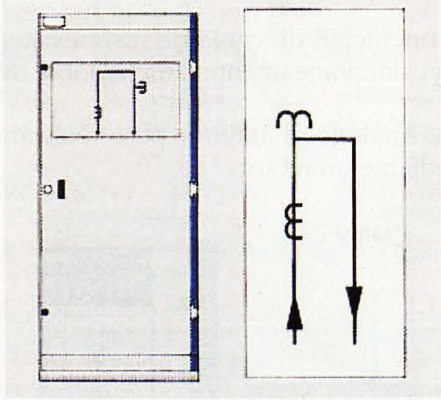


Figura 69. Celda de medida.

Envolvente metálica que protege el remonte de cables hacia el embarrado (Figura 70). Opcionalmente puede incorporar captadores de presencia de tensión.

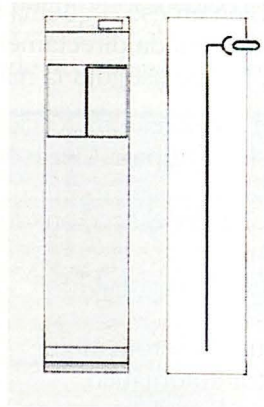


Figura 70. Celda de remonte.

En la parte frontal superior de cada celda se dispone de un esquema sinóptico (Figuras 71, 72, 73 y 74) del circuito principal, que contiene los ejes de accionamiento del interruptor y seccionador de pues-

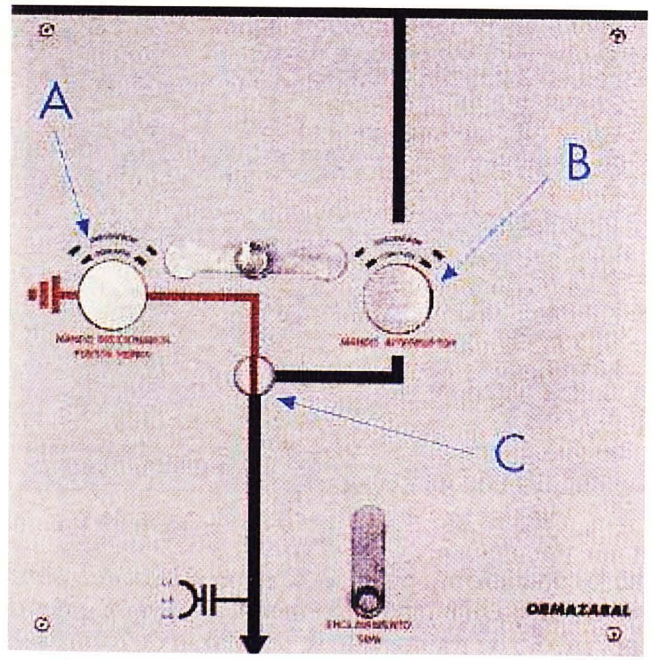


Figura 71. Celda de remonte.

ta a tierra. Se incluye también en ese esquema la señalización de posición del interruptor, que está ligada directamente al eje del mismo sin mecanismos intermedios, lo que asegura la máxima fiabilidad.

A: Cierre y apertura del seccionador / seccionador de puesta a tierra.
B: Cierre y apertura del interruptor. Cierre del interruptor y carga de muelles.
C: Señalización de posición del seccionador/interruptor..
D: Apertura del interruptor.
E: Señalización de la fusión de fusibles.
F: Carga de resortes.
G: Apertura del interruptor automático.
H: Cierre del interruptor automático.
I: Señalización de posición del interruptor automático.
J: Indicación de tensado de resortes.
K: Contador de maniobras (opcional).

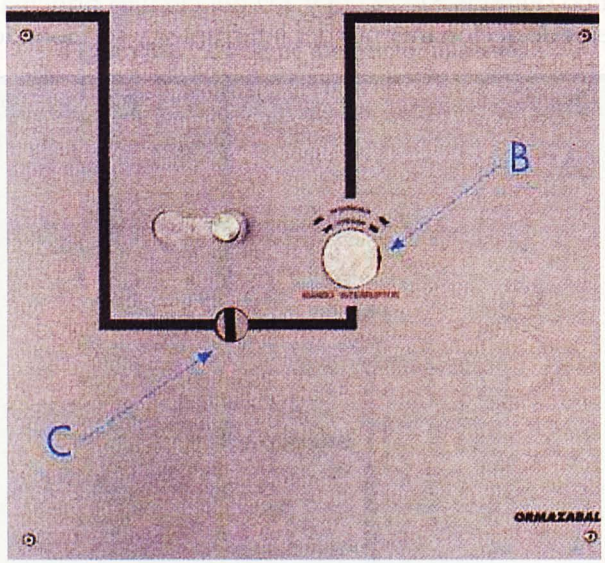


Figura 72. Celda de interruptor pasante.

Durante las operaciones A y B no se obtiene el corte visible de la instalación, sin embargo se indica de forma clara las posiciones de cerrado o abierto por medio de rótulos que se desplazan de forma solidaria con los mecanismos de maniobra no dando opción de este modo al error.

El sistema de enclavamiento por medio de llaves acutivas, ha sido diseñado para permitir el acceso a los cables sólo cuando están puestos a tierra y evitar la realización de maniobras incorrectas por parte del operario.

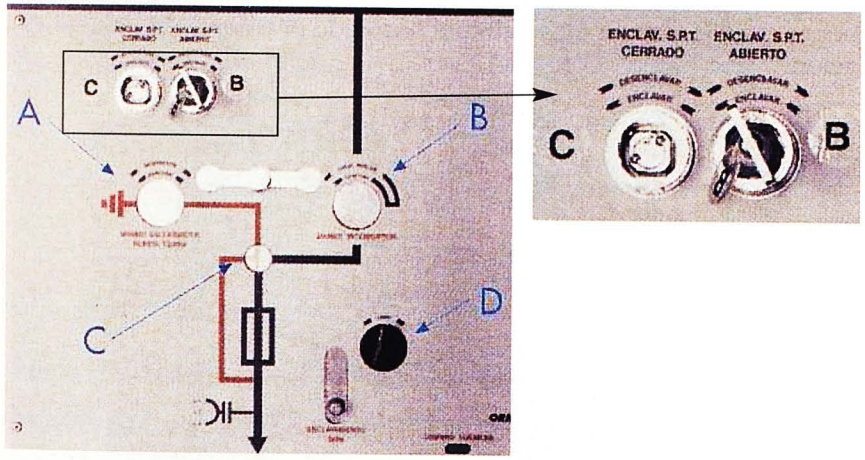


Figura 73. Celda de protección con fusibles

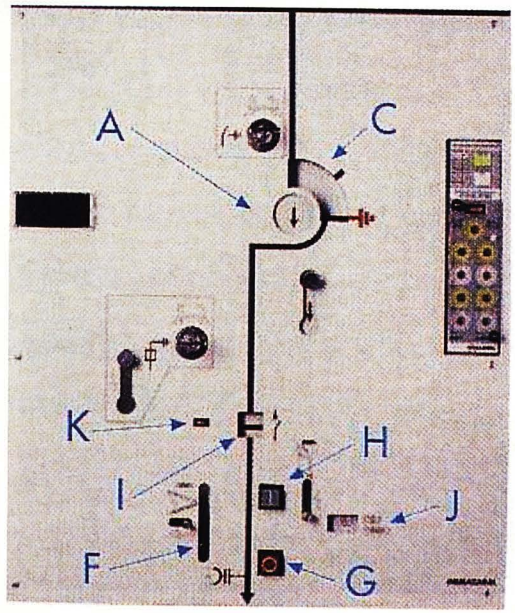


Figura 74. Celda de interruptor automático de corte en vacío.

Como ya se ha comentado, las instalaciones de intemperie son diferentes, en cuanto a su constitución física, en comparación con las instalaciones interiores, pero son prácticamente idénticas en cuanto a sus funciones. A continuación se identifica sobre las fotografías la aparamenta que de manera más habitual se puede encontrar en una subestación:

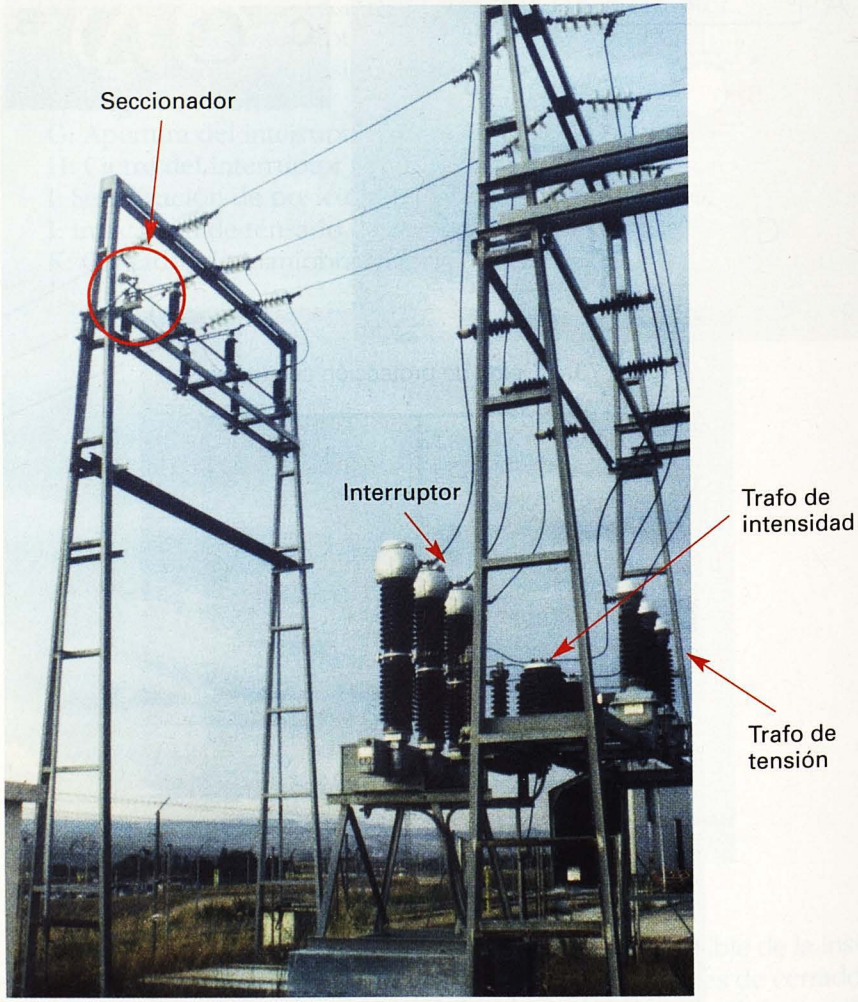


Figura 75. Subestación intemperie.

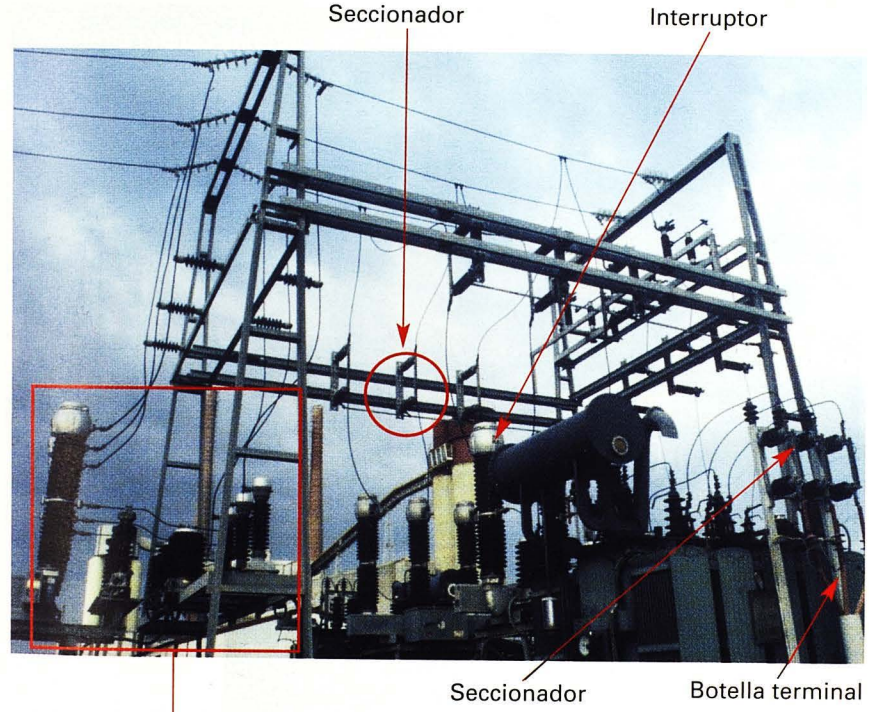


Figura 76. Subestación intemperie.

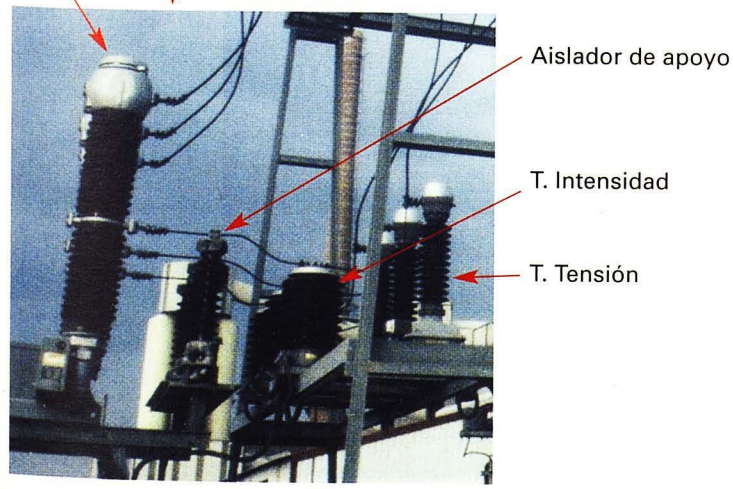


Figura 77. Subestación intemperie.



Figura 78. Subestación intemperie.

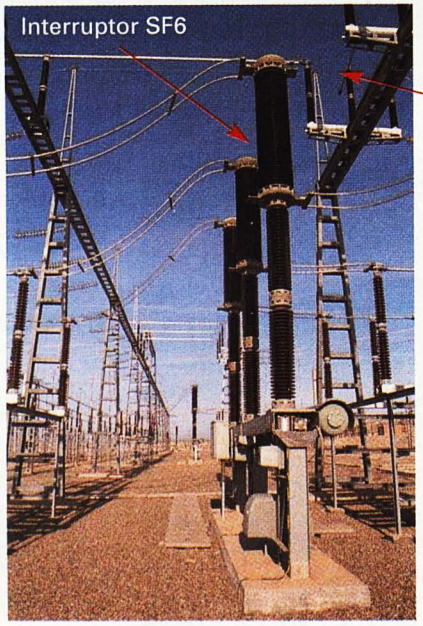


Figura 79

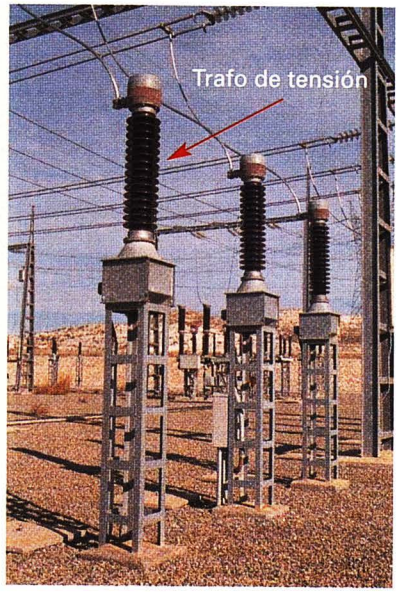


Figura 80

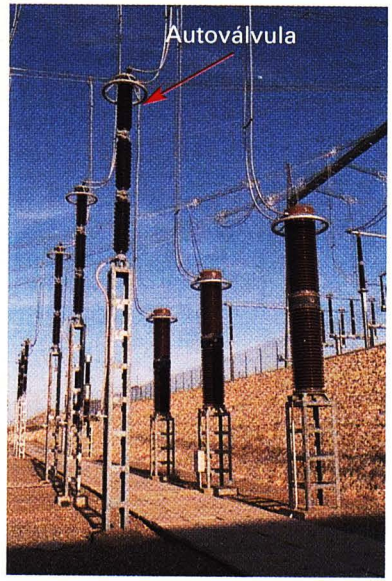


Figura 81



Figura 82

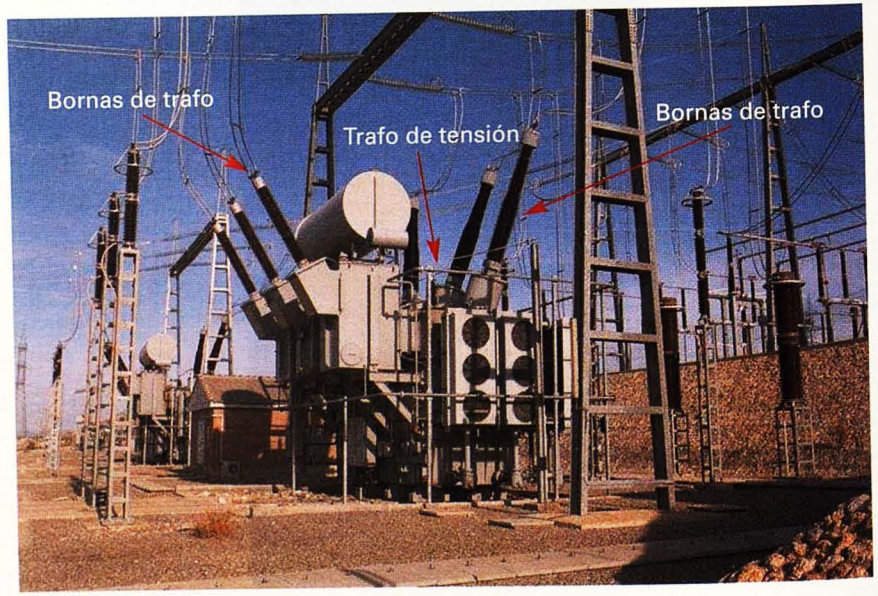


Figura 83

8. EQUIPOS DE PROTECCION INDIVIDUAL

Guantes y manoplas aislantes para trabajos eléctricos. EN 60903

Los guantes y manoplas de material aislante se pueden clasificar por su clase en función de la tensión de prueba y de la tensión mínima soportada (Tabla 4 y Figura 84) y por sus propiedades especiales (Tabla 5).

Tabla 4

Clase	Tensión de prueba (kV valor eficaz)	Tensión mínima soportada (kV)
00	2,5	5
0	5	10
1	10	20
2	20	30
3	30	40
4	50	50

Tabla 5

Categoría	Resistencia
A	ÁCIDO
H	ACEITE
Z	OZONO
M	MECÁNICA (nivel más alto)
R	Todas las anteriores (A + H + Z + M)
C	A MUY BAJAS TEMPERATURAS

- Se debe tener especial precaución para que los guantes no se aplasten ni se doblen, ni se coloquen en las proximidades de tuberías de vapor, radiadores u otras fuentes de calor artificial, o se expongan directamente a los rayos del sol, a la luz artificial y otras fuentes de ozono. Se recomienda que la temperatura ambiente esté comprendida entre los 10 °C y los 21 °C,

- Los guantes deben examinarse antes de cada uso para comprobar si hay escapes de aire, y deben ser examinados mediante una inspección visual. Para los guantes de las Clases 2, 3 y 4 se recomienda inspeccionar el interior de los guantes. Si alguno de los guantes de un par se creyera que no está en condiciones, hay que desechar el par completo y devolverlo para ensayo.
- Los guantes no deberán exponerse innecesariamente al calor o a la luz, ni ponerse en contacto con aceite, grasa, trementina, alcohol o un ácido enérgico.
- Si se utilizan otros guantes protectores al mismo tiempo que los guantes de goma para usos eléctricos, éstos se colocarán por encima de los guantes de goma.
- Si los guantes protectores se humedecen, o se manchan de aceite o grasa, hay que quitárselos.
- Si los guantes se ensucian hay que lavarlos con agua y jabón, a una temperatura que no supere la recomendada por el fabricante, secarlos a fondo y espolvorearlos con talco. Si siguen pegadas al guante masas aislantes como alquitrán o pintura, deberán frotarse inmediatamente las partes afectadas con un disolvente adecuado, evitando usar una cantidad excesiva del mismo, lavándolas a continuación y tratándolas como está prescrito. No utilizar petróleo, parafina o alcohol para eliminar tales masas. Los guantes que se mojen durante el uso, o al lavarlos, deben ser secados a fondo, pero sin que la temperatura de los guantes supere los 65 °C.
- No se usarán guantes de las Clases 1, 2, 3 y 4, ni siquiera los nuevos que se tienen en almacén, si no han sido verificados en un período máximo de seis meses. Las verificaciones consisten en hincharlos de aire para comprobar si hay escape, seguido de una inspección visual mientras se mantienen inflados, y después un ensayo dieléctrico individual.
- Para los guantes de las clases 00 y 0, la verificación de escapes de aire y la inspección visual se considera suficiente no siendo necesario el ensayo dieléctrico individual.

Respecto al marcado del guante (Figura 84), cada uno de ellos deberá llevar las marcas que se indican en la figura es decir: símbolo del doble triángulo; nombre, marca registrada o identificación del fabricante; categoría, si procede; talla; clase; mes y año de fabricación.

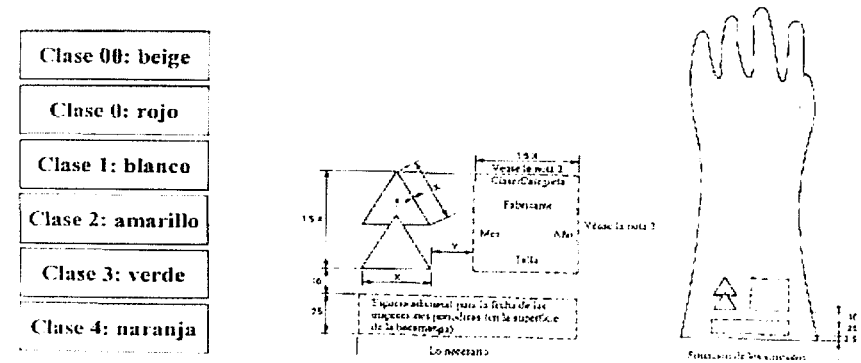


Figura 84. Guantes aislantes.

Además cada guante deberá llevar las marcas siguientes:

- una banda rectangular que permita la inscripción de la fecha de puesta en servicio, de las verificaciones y de los controles periódicos o
- una banda sobre la que puedan perforarse agujeros. Esta banda se fija al borde de la bocamanga y las fechas de puesta en servicio, las verificaciones y los controles periódicos se dan por medio de perforaciones que deberán situarse a 20 mm como máximo de la periferia de la bocamanga. Esta banda perforada no se admite en guantes de las Clases 3 y 4.
- otra marca cualquiera apropiada que permita conocer las fechas de puesta en servicio, verificaciones y controles periódicos.

Las marcas serán indelebles, fácilmente legibles y no disminuirán la calidad del guante.

Es muy importante que el fabricante proporcione la información sobre la tensión máxima de utilización. Este certificado del fabricante debería acompañarse con el folleto informativo y debería extenderse por cada lote de fabricación.

Protección ocular. EN 166

Los únicos protectores oculares que suministran protección frente al arco eléctrico son las pantallas faciales, por lo tanto no está permitida la utilización de gafas de montura integral o universal, sin usar a su vez una pantalla.

Estas pantallas deben disponer en la montura del marcado indicado en la figura. En este marcado debe venir indicado en el tercer campo el número 8, que indica su aptitud frente al arco eléctrico (Figura 85).

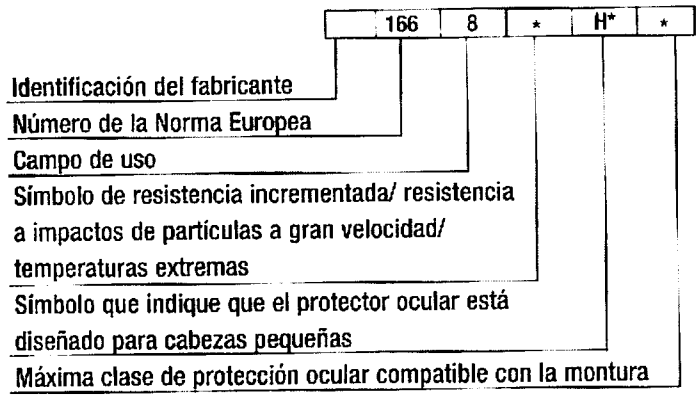


Figura 85. Identificación de pantallas.

Junto con cada protector de los ojos, conjunto de ocular y montura de repuesto, el fabricante debe proporcionar, entre otros, los siguientes datos:

- Nombre y dirección del fabricante o mandatario.
- Instrucciones relativas al almacenamiento, uso y mantenimiento,
- Instrucciones específicas relativas a la limpieza y desinfección. '
- Detalles concernientes a los campos de uso, nivel de protección y prestaciones.
- Detalles relativos a los accesorios apropiados y piezas de recambio, así como las instrucciones sobre el montaje.
- Si es aplicable, la fecha límite de uso o duración de la puesta fuera de servicio aplicable al protector completo y/o las piezas sueltas.
- Si es aplicable, el tipo de embalaje adecuado para el transporte.

9. BIBLIOGRAFÍA

Instalaciones eléctricas de Alta Tensión. Sistemas de maniobra, medida y protección. Editorial Paraninfo. Autores: José A. Navarro Márquez, Antonio Montañés Espinosa, Angel Santillán Lázaro. Madrid 1999.

Maniobras en redes eléctricas (I). Maniobras en parques de intemperie. Editoriasl Paraninfo. Autor: Iberdrola, Endesa, Sevillana de electricidad, Unión Fenosa. Madrid 1984.
Curso de Aparamenta Eléctrica. Manual técnico de Merlin Guerin. Autor. Manuel Cortés Cherta. BaRCELONA 1989, 1990.
Reglamento de Alta Tensión. Ministerio de Industria y Energía.
Estaciones de transformación y distribución. Protección de sistemas eléctricos. Editorial CEAC. Autor : José Ramírez Vázquez. Barcelona 1988.
Normas UNE.
Protecciones en instalaciones eléctricas. Evolución y perspectivas. Editorial Marcombo. Autor: Paulino Montané. Barcelona 1993.
Seguridad en el Trabjo. Electricidad. Alta Tensión. Editorial MAPFRE. Autor Antonio Alfonso.
Puesta a tierra. Enher, S.A. Autor Antonio de Montoliu Gili. Barcelona 1995.
Catálogo de Aparamenta de MT. Distribución Secundaria de ORMAZABAL.
Catálogo de Centros de Transformación de ORMAZABAL.
Guía Técnica para la evaluación y prevención del Riesgo Eléctrico. INSHT. 2003.
Fichas prácticas de ejecución. Enher.

8

Electricidad. Baja tensión

Actualizado por Oscar Madurga

1. INTRODUCCIÓN

Todo tipo de industria, independientemente de su volumen y actividad, dispone de suministro de corriente eléctrica. De hecho, no se concibe ningún tipo de actividad fabril en la que no se haga uso de esta fuente energética en mayor o menor grado.

Pero no sólo la corriente eléctrica es utilizada en la actividad productiva industrial. También, se ha hecho indispensable en el funcionamiento cotidiano de nuestra forma de vida actual. Esta difusión de la energía eléctrica tanto en industrias como en viviendas, ha hecho que se le haya perdido el miedo a su utilización llegando, en muchas ocasiones, a hacer uso de ella sin el más mínimo conocimiento de las normas básicas de seguridad.

2. ACCIDENTABILIDAD

Según las estadísticas oficiales de accidentalidad derivada del uso de corriente eléctrica, el número de accidentes producidos no es elevado en relación con otro tipo de accidentes.

Según el INHST (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo), el valor porcentual del número de accidentes por corriente

eléctrica respecto al número total de accidentes de trabajo es del orden del 0,4%. Tan sólo un 6% representa la mortalidad de los accidentes de tipo eléctrico dentro del cómputo general de accidentes de trabajo mortales.

Estos bajos índices hacen que se conciba como un problema «poco relevante» y que su tratamiento en cuanto a prevención de los riesgos derivados de su utilización no se perciba tan necesario como en otras actividades.

La costumbre y cotidianidad del uso de corriente eléctrica genera un elevado grado de confianza en todo aquel que ha de utilizarla. Ello hace que no se tenga conciencia de las gravísimas consecuencias de un accidente producido por contacto con corriente eléctrica. Es evidente el riesgo a un posible accidente en la manipulación de maquinaria industrial o el riesgo a sufrir una caída cuando se está llevando a cabo un trabajo en altura, pero los riesgos a los que se está expuesto al entrar en contacto con corriente eléctrica sólo se evidencian cuando el accidente (electrocución) ya se ha producido. Quizá sea porque la electricidad no se ve, sólo se ven sus efectos.

Por todo ello, conviene tener en cuenta las siguientes consideraciones a la hora de ponderar la información estadística que se presenta con relación a esta materia:

a) Las estadísticas presentadas se extraen de la información contenida en los Partes de Accidente de Trabajo. Por ello, no se dispone de datos sobre los accidentes producidos en el ámbito doméstico. Esto, nos permitiría elaborar un cómputo más global de estos accidentes.
b) Este tipo de accidentes se agrupa bajo el concepto de Forma de Accidente por «Contacto con Corriente Eléctrica». Sin embargo, la experiencia ha confirmado que no todos los accidentes debidos a la electricidad están clasificados por este concepto. Por ejemplo, si un trabajador que utiliza un taladro sobre un andamio sufre una descarga eléctrica y consecuencia de la descarga padece una caída en altura, el Parte Oficial de Accidente hará referencia a «caídas» como Forma de Accidente, reflejando así la manifestación final del accidente y no su causa original (electrocución).
c) Del mismo modo, la experiencia también ha constatado que no todos los accidentes debidos a la electricidad son declarados. Ello es debido a que en el desarrollo normal de cualquier actividad que requiera de corriente eléctrica tanto en el entorno industrial como en el doméstico, un contacto accidental con la corriente que no derive en consecuencias importantes no llega a ser comunicado como accidente.

Se analiza brevemente a continuación algunos de estos datos estadísticos que ratifican el bajo índice de accidentalidad derivada de la utilización de corriente eléctrica, no obstante sin olvidarse de las consideraciones anteriormente citadas para su posible estudio.

Utilizando los datos extraídos de los partes oficiales de Accidentes de Trabajo con baja correspondientes a un periodo de cinco años, que han sido clasificados como accidentes producidos por contacto con la corriente eléctrica, podemos observar que:

Respecto a la gravedad de los accidentes (Figura 1):

- El 93% han tenido consecuencias leves.
- El 4% han tenido consecuencias graves.
- El 3% han tenido consecuencias mortales.

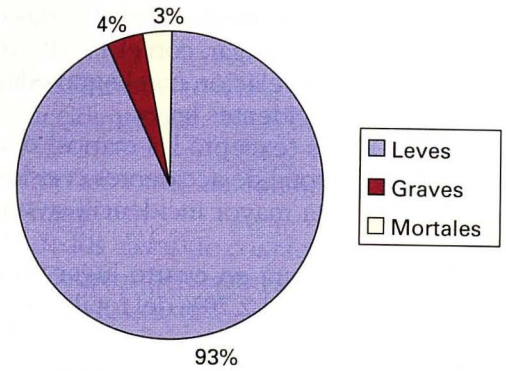


Figura 1. Distribución por gravedad de los accidentes.

Respecto al tipo de lesión (Figura 2):

- Las quemaduras acumulan el 55,59% del total de accidentes (la mayoría de carácter leve).
- Las electrocuciones acumulan el 22,06% del total de accidentes (presentando el 73,77% del total de accidentes mortales).
- Los traumatismos superficiales, arañazos, ampollas, heridas superficiales, etc., acumulan el 12,6% del total de accidentes (la mayoría de carácter leve).

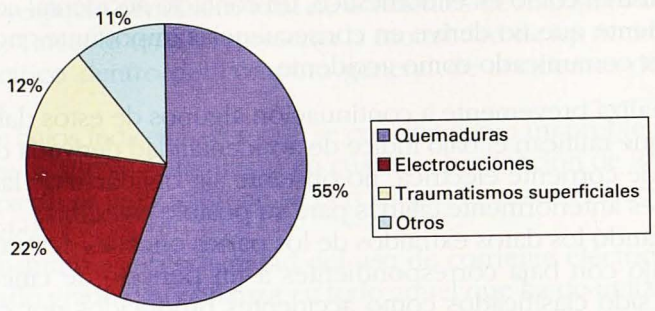


Figura 2. Distribución por tipo de lesión.

Respecto a la ubicación de la lesión (Figura 3):

- Las manos acumulan la mayor proporción de accidentes, con el 43,08% del total de accidentes considerados. En relación con su gravedad las consecuencias quedan identificadas como leves.
- Los ojos ocupan el segundo lugar, con el 19,41% del total de accidentes considerados. En relación con la gravedad la mayor incidencia se traduce en accidentes leves.
- Los miembros superiores (excepto las manos) ocupan el tercer lugar, con el 8,65 % del total de accidentes considerados. En relación con la gravedad la mayor incidencia se traduce en accidentes leves.
- La cara, excepto ojos, figura en cuarto lugar en cuanto a proporción de accidentes con el 2,79% del total.

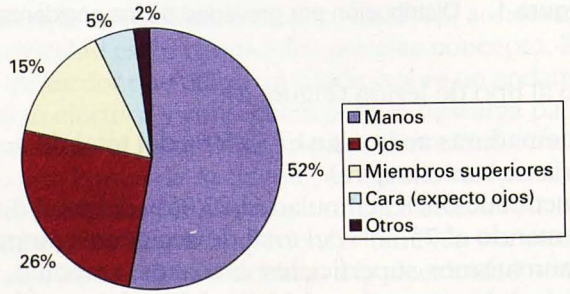


Figura 3. Distribución por ubicación de la lesión.

Según un estudio sobre una muestra de 319 accidentes en Baja Tensión cuya distribución de gravedad y forma de accidente tal y como se representa en la Tabla 1.

Tabla 1

Forma de accidente	Número de casos de accidente investigados*			
	Leves	Graves	Mortales	Totales
Contacto directo	13 (4,1)	39 (12,2)	58 (18,2)	110 (34,5)
Contacto indirecto	10 (3,1)	12 (3,8)	34 (10,7)	56 (17,6)
Arco eléctrico	54 (16,9)	98 (30,7)	1 (0,3)	153 (48,0)
Total	77 (24,10)	149 (46,7)	93 (29,2)	319 (100,0)

(*) Valor porcentual respecto al total de casos.

Se puede deducir, respecto a la relación entre el tipo de contacto y la gravedad del accidente que:

- El 52,73% de los casos de contactos directos son mortales y el 35,45% son graves.
- El 60,71% de los casos de contactos indirectos son mortales.
- Los arcos eléctricos presentan consecuencias habitualmente graves (64,05% de los casos).

En relación con la experiencia y la formación del operario, este estudio realizado sobre 319 casos ha permitido conocer que en el 39% de ellos el accidentado había recibido una formación específica en electricidad, ocupando el trabajador accidentado el 60,3% de los casos el puesto de oficial electricista. En cuanto a la experiencia, este estudio pone de manifiesto que la mayor proporción de accidentados, el 49,2%, disponían de más de 5 años de experiencia. Esto induce a pensar que no siempre la experiencia equivale a calidad en la ejecución de un trabajo eléctrico (desde el punto de vista de la prevención de riesgos laborales). En ocasiones, como ya se ha visto, a mayor experiencia, mayor confianza y menor respecto a la energía eléctrica.

3. CRITERIOS TÉCNICOS Y LEGALES DE REFERENCIA

- Real Decreto 614/2001 de Junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.
- Guía Técnica para la evaluación y prevención del Riesgo eléctrico. Ministerio de trabajo y asuntos sociales.
- Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión. Real Decreto 842/2002, de dos de agosto de 2002.
- Notas técnicas de prevención del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales.
- Normas UNE.

4. DEFINICIONES

AISLAMIENTO DE UN CABLE

Conjunto de materiales aislantes que forman parte de un cable y cuya función específica es soportar la tensión (Figura 4).

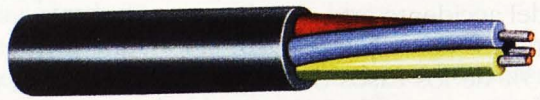


Figura 4

El código de colores que identifica a los distintos conductores es el siguiente (Figura 5):

- Fase R (L1): negro.
- Fase S (L2): gris.
- Fase T (L3): marrón.
- Neutro: azul.
- Conductor de protección (tierra): verde-amarillo

Resulta habitual encontrar cuadros eléctricos, máquinas, etc., en los que no se respeta este código de colores. Si bien en la práctica se admite que los tres conductores de fase no vengan identificados con sus colores correspondientes sino que se utilice un único color, habitualmente el color negro, no debe admitirse una inadecuada identificación ni del conductor neutro ni del conductor de protección (conductor de puesta a tierra).



Figura 5

AISLAMIENTO PRINCIPAL

Aislamiento de las partes activas, cuyo deterioro podría provocar riesgo de choque eléctrico.

AISLAMIENTO FUNCIONAL

Aislamiento necesario para garantizar el funcionamiento normal y la protección fundamental contra los choques eléctricos.

AISLAMIENTO REFORZADO

Aislamiento cuyas características mecánicas y eléctricas hace que pueda considerarse equivalente a un doble aislamiento.

AISLAMIENTO SUPLEMENTARIO

Aislamiento independiente, previsto además del aislamiento principal, a efectos de asegurar la protección contra choque eléctrico en caso de deterioro del aislamiento principal.

AISLANTE

Sustancia o cuerpo cuya conductividad es nula o, en la práctica, muy débil.

APARAMENTA

Equipo, aparato o material previsto para ser conectado a un circuito eléctrico con el fin de asegurar una o varias de las siguientes funciones: protección, control, seccionamiento, conexión.

Baja tensión

Se considera instalación eléctrica de baja tensión al conjunto de aparatos y circuitos asociados en previsión de un fin particular: la producción, conversión, transformación, transmisión, distribución o utilización de la energía eléctrica, cuyas tensiones nominales sean inferiores a 1.000 voltios para corriente alterna y 1.500 voltios para corriente continua.

Borne o barra principal de tierra

Borne o barra prevista para la conexión a los dispositivos de puesta a tierra de los conductores de protección.

Corriente de contacto

Corriente que circula a través del cuerpo humano o de un animal cuando esta sometido a una tensión eléctrica.

Corriente de cortocircuito

Sobreintensidad producida por un fallo de impedancia despreciable, entre dos conductores activos que presentan una diferencia de potencial en condiciones normales de servicio.

Si se pone en contacto 2 conductores a diferente potencial mediante un elemento de resistencia muy baja (despreciable), aplicando la Ley de Ohm ($V = I \times R$), dado que la resistencia de este elemento presenta un valor muy bajo, la intensidad de cortocircuito presentará un valor muy elevado, que puede alcanzar valores de miles de amperios. Este cortocircuito provoca altas temperaturas a su alrededor, la generación de radiaciones, la fusión de metales, etc.

Un cortocircuito se puede provocar como consecuencia de condiciones defectuosas del aislamiento de los conductores de una instalación eléctrica, causa de un elevado número de incendios domésticos, como consecuencia de maniobras de los equipos eléctricos, como consecuencia de fallos de los trabajadores, etc. Por ejemplo si en la Figura 6 un electricista apoya una llave inglesa simultáneamente sobre dos de las barras de cobre provocará un cortocircuito.

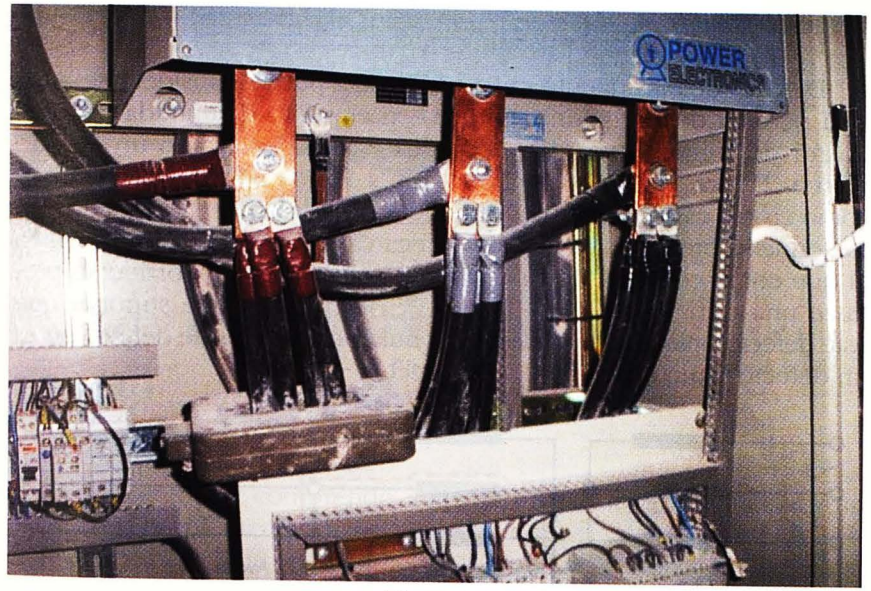


Figura 6

Corriente de choque

Corriente de contacto que podría provocar efectos fisiopatológicos.

Corriente de defecto

Corriente que circula debido a un defecto de aislamiento. La corriente de defecto se representa en la Figura 7 mediante un trazo discontinuo de color rojo (I_d).

Cortacircuito fusible (fusibles)

Aparato cuyo cometido es el de interrumpir el circuito en que está intercalado, por fusión de uno de sus elementos, cuando la intensidad que recorre el elemento sobrepasa, durante un tiempo determinado, un cierto valor.

Defecto franco

Defecto de aislamiento cuya resistencia puede considerarse nula. Una pérdida de aislamiento (avería) en el punto de entrada del conductor de alimentación del receptor, se considera como un defecto franco (Figura 7). Por el contrario, en la Figura 8 se puede observar como en ese caso hay un trayecto que recorre la corriente entre el punto donde se produce la avería (a) y la carcasa de la hormigonera (b) en el que como consecuencia de la resistencia de este recorrido se produce una caída de tensión. En este caso no se puede suponer que este defecto presente una resistencia nula por lo que este defecto no es un defecto franco.

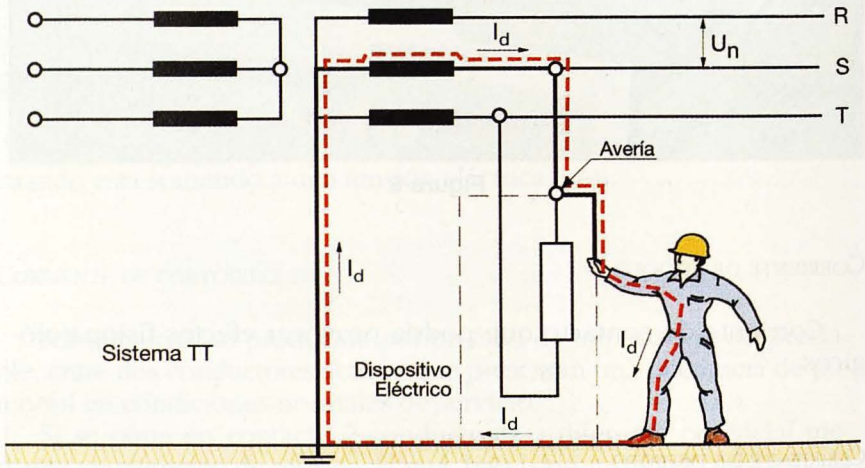


Figura 7

En el primero de los casos (Figura 7) la tensión que soporta el trabajador es la tensión fase-tierra (220 v) al tratarse de un defecto franco mientras que en el segundo de los casos (Figuras 8 y 9) la tensión que soporta el trabajador es inferior a la tensión fase-tierra al no tratarse de un defecto franco.

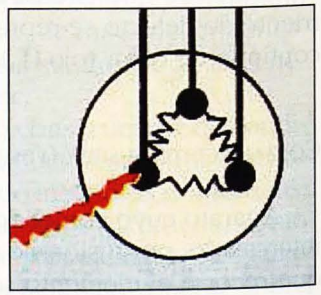


Figura 8

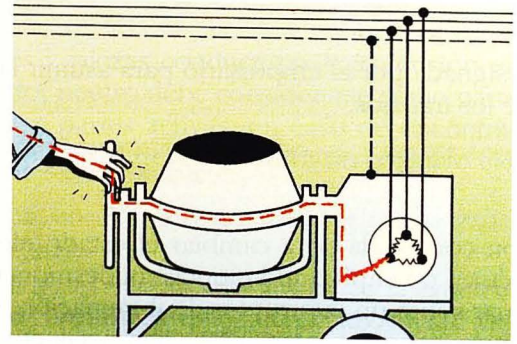


Figura 9

Doble aislamiento

Aislamiento que comprende, a la vez, un aislamiento principal y un aislamiento suplementario. Se representa por un doble cuadrado (Figura 10).



Figura 10

Este aislamiento constituye por si mismo suficiente protección frente a los contactos indirectos. Se utiliza fundamentalmente en equipos domésticos como por ejemplo secadores de pelo, vídeos, etc., en herramientas portátiles como por ejemplo taladros, radiales, etc.

Envolvente

Elemento que asegura la protección de los materiales contra ciertas influencias externas y la protección, en cualquier dirección, ante contactos directos. Por envolvente se puede entender la cubierta de plástico de una televisión, la carcasa de un ventilador, un cuadro eléctrico, la carcasa metálica de una prensa, etc.

Instalación de puesta a tierra

Conjunto de conexiones y dispositivos necesarios para poner a tierra, individual o colectivamente, un aparato o una instalación.

Jefe de trabajo

Persona designada por el empresario para asumir la responsabilidad efectiva de los trabajos.

Maniobra

Intervención concebida para cambiar el estado eléctrico de una instalación eléctrica no implicando montaje ni desmontaje de elemento alguno. Actuar sobre un interruptor de iluminación, sobre un interruptor automático, sobre un interruptor diferencial, etc., puede considerarse como una maniobra.

Mediciones, ensayos y verificaciones

Actividades concebidas para comprobar el cumplimiento de las especificaciones o condiciones técnicas y de seguridad necesarias para el adecuado funcionamiento de una instalación eléctrica, incluyéndose las dirigidas a comprobar su estado eléctrico, mecánico o térmico, eficacia de protecciones, circuitos de seguridad o maniobra, etc. (Figura 11).



Figura 11

Masas

Conjunto de las partes metálicas de un aparato o instalaciones que, en condiciones normales, están aisladas de las partes activas.

Partes activas

Conductores y piezas conductoras bajo tensión en servicio normal. El conductor neutro debe considerarse como parte activa de una instalación. Estas partes activas, en caso de encontrarse accesibles, son las que propician el riesgo de sufrir un contacto eléctrico directo.

Periodo vulnerable

Periodo que concierne a una parte relativamente pequeña del ciclo cardíaco, durante la cual las fibras del corazón están en un estado no homogéneo de excitabilidad y la fibrilación ventricular se produce si ellas son excitadas por una corriente eléctrica de intensidad suficiente.

Procedimiento de trabajo

Secuencia de las operaciones a desarrollar para realizar un determinado trabajo, con inclusión de los medios materiales de trabajo o de protección y humanos en cuanto a cualificación o formación del personal, necesarios para llevarlo a cabo.

Receptor

Aparato o máquina eléctrica que utiliza la energía eléctrica para un fin determinado.

Resistencia global o total de tierra

Es la resistencia de tierra medida en un punto, considerando la acción conjunta de la totalidad de las puestas a tierra.

Suelo o pared no conductor

Suelo o pared no susceptibles de propagar potenciales. Se considerará así el suelo (o la pared) que presentan una resistencia igual o su-

perior a 50.000 Ω si la tensión nominal de la instalación es ≤ 500 v y una resistencia igual o superior a 100.000 Ω si es superior a 500 v.

Tensión de contacto

Tensión que aparece entre partes accesibles simultáneamente, al ocurrir un fallo de aislamiento. Por convenio este término solo se utiliza en relación con la protección contra contactos indirectos.

Tensión de defecto

Tensión que aparece a causa de un defecto de aislamiento, entre dos masas o entre una masa y un elemento conductor.

Tensión nominal

Valor convencional de la tensión con la que se denomina un sistema o instalación y, para los que ha sido previsto su funcionamiento y aislamiento. Para los sistemas trifásicos se considera como tal la tensión compuesta (habitualmente 380 v entre fases).

Tierra

Masa conductora de la tierra en la que el potencial eléctrico en cada punto se toma, convencionalmente, igual a cero.

Toma de tierra

Electrodo, o conjunto de electrodos (Figura 12), en contacto con el suelo y que asegura la conexión eléctrica con el mismo. Este electrodo coincide habitualmente con lo que coloquialmente se conoce como pica de tierra.

La puesta a tierra de los receptores, excepto en casos concretos como la puesta a tierra de determinados cuadros eléctricos en obra, la puesta a tierra de una grúa torre, etc., se consigue mediante su cable de

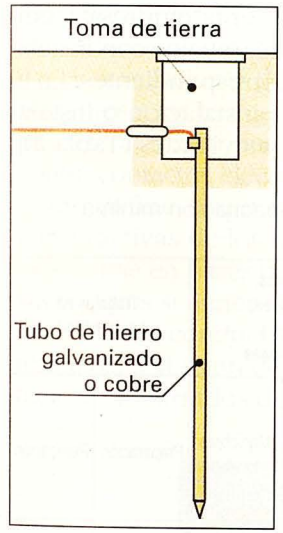


Figura 12

alimentación. Si por ejemplo, se corta el cable de alimentación de una sierra de disco (Figura 13) se encontrarán los conductores fase y neutro que permiten la alimentación eléctrica del equipo y el conductor de protección, tierra, de color verde-amarillo, que permite la protección de la persona en caso de que se produzca un fallo de aislamiento (avería) y el consiguiente riesgo de contacto indirecto.

Trabajador autorizado

Trabajador que ha sido autorizado por el empresario para realizar determinados trabajos con riesgo eléctrico, en base a su capacidad para hacerlos de forma correcta según los procedimientos establecidos.

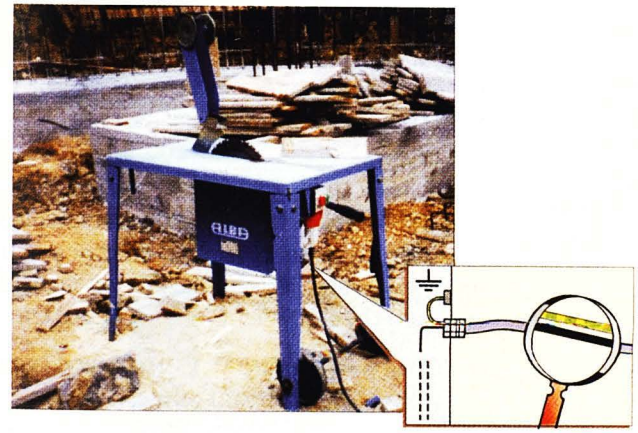


Figura 13

Trabajador cualificado

Trabajador autorizado por el empresario que posee conocimientos especializados en materia de instalaciones eléctricas, gracias a su formación acreditada, profesional o universitaria, o a su experiencia certificada de dos o más años.

Respecto a la «experiencia certificada», debe ser la empresa o empresas en las que el trabajador ha desarrollado los trabajos con instalaciones eléctricas las que emitan los certificados correspondientes. En el certificado debería indicarse el tipo concreto de instalación o instalaciones en las que el trabajador desarrollaba sus actividades (Tabla 2).

Tabla 2. Cuadro resumen de la formación/capacitación mínima de los trabajadores

	Trabajos sin tensión		**Trabajos en tensión**		**Maniobras, mediciones, ensayos y verificaciones**		**Trabajos en proximidad**	
	Supresión y reposición de la tensión	Ejecución de trabajos sin tensión	Realización	Reponer fusibles	Mediciones, ensayos y verificaciones	Maniobras locales	Preparación	Realización
Baja tensión	A	T	C	A	A	A	A	T

T = Cualquier trabajador.
A = Trabajador autorizado.
C = Trabajador cualificado.

5. TIPOS DE CONTACTOS

Se puede definir como Riesgo de Electrocución para las personas a: «La posibilidad de circulación de una corriente eléctrica a través del cuerpo humano». El análisis de esta definición, lleva a considerar que para que sea posible el riesgo de electrocución, es necesario que:

- Exista un circuito eléctrico formando por elementos conductores.
- El circuito esté cerrado o pueda cerrarse.
- El cuerpo humano forme parte del circuito.
- Exista entre los puntos de «entrada» y «salida» de la corriente eléctrica una diferencia de potencial mayor que cero.

Cuando estos requisitos se cumplan se podrá afirmar que existe o puede existir Riesgo de Electrocución.

En Baja Tensión los efectos de la corriente se basan principalmente en efectos conductivos (por regla general los accidentes se producen debido a un contacto físico con un elemento a distinto potencial; este contacto puede ser directo o indirecto) ya que los efectos de tipo inductivo son debidos a la existencia de campos electromagnéticos en proximidades de instalaciones de alta tensión y los efectos capacitivos son poco importantes a las frecuencias industriales (estos efectos capacitivos se explican con mayor profundidad en el apartado dedicado a la protección contra contactos eléctricos indirectos en esquemas de distribución IT).

Se define como **Contacto directo** al contacto de personas con partes activas de los materiales y equipos. Contactos directos pueden producirse en bases de enchufe, en los conductores de alimentación de los equipos si tienen defectos de aislamiento (Figura 14), en los bornes de unión de conductores y equipos eléctricos, diferenciales, magnetotérmicos,... si están desprotegidos (Figura 16), en las barras de alimentación, embarrados de los cuadros eléctricos (Figura 15), etc.



Figura 14. Defecto aislamiento.

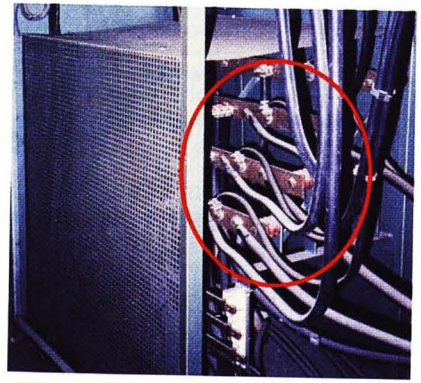


Figura 15. Embarrado accesible.

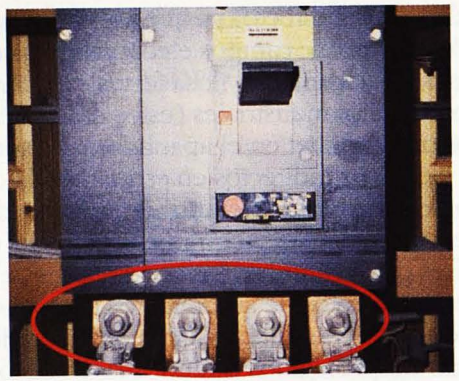


Figura 16. Contactos accesibles.

En las Figuras siguientes se representan dos ejemplos de contactos directos:

1. Contacto directo entre dos conductores activos (dos fases, S y T). Suponiendo un trabajador que realiza un trabajo eléctrico subido a un poste de Baja Tensión, si con una mano toca la fase S y con la otra la Fase T, al existir entre ambas fases una diferencia de potencial de 380 v (la tensión compuesta entre fases) y cerrar el trabajador el circuito con sus manos, se produce un paso de corriente (corriente de contacto) que atraviesa su cuerpo a través de brazos y pecho, pasando por el corazón con el consiguiente riesgo grave de electrocución (Figura 17).

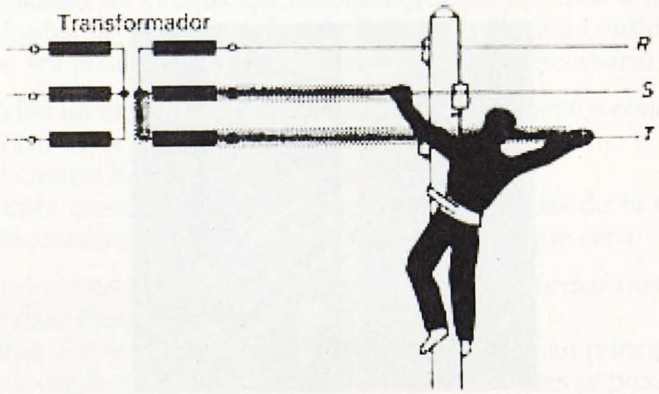


Figura 17. Contacto directo entre fases.

2. Contacto directo al tocar la fase T y estar apoyado directamente sobre el suelo en una red de baja tensión, con transformador con neutro puesto a tierra (Figura 18). El esquema de distribución empleado es un esquema TT (ver apartado 6 Esquemas de distribución). El trabajador toca con una mano la fase T mientras tiene los pies apoyados en el suelo. Al considerarse el suelo como tierra (masa conductora en la que el potencial eléctrico en cada punto se toma igual a cero), la tensión entre mano y pies es de 220 v (tensión simple entre fase y tierra). El circuito eléctrico se cierra a través del brazo, pecho, piernas del trabajador, suelo, puesta a tierra del neutro del transformador y fase T. La corriente de contacto pasa por el corazón con el consiguiente riesgo grave de electrocución.

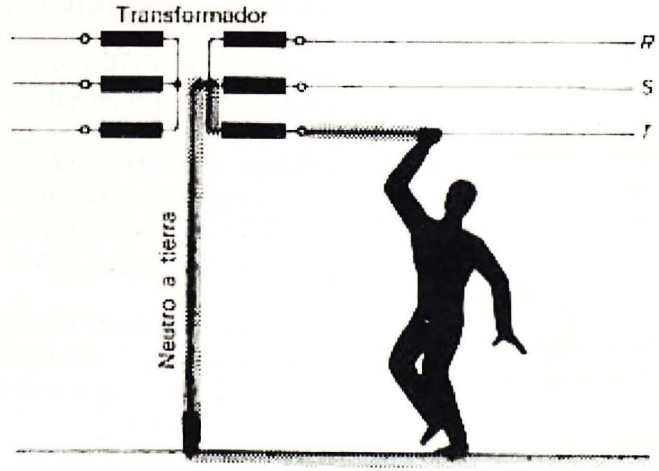


Figura 18. Contacto directo entre fase y tierra.

Se define como **Contacto indirecto** al contacto de personas con partes que se han puesto bajo tensión como resultado de un fallo de aislamiento. En la Figura 19 se observa como a consecuencia de una pérdida de aislamiento (1) en el motor de la hormigonera, la carcasa de la misma queda en tensión, es decir se pone al mismo potencial que el cable de alimentación del motor.

Al tocar el trabajador la hormigonera se produce un contacto indirecto. Si el receptor presenta un defecto franco, el contacto indirecto tendrá las mismas consecuencias que el contacto directo, es decir la persona soportará el mismo potencial que en un contacto directo.

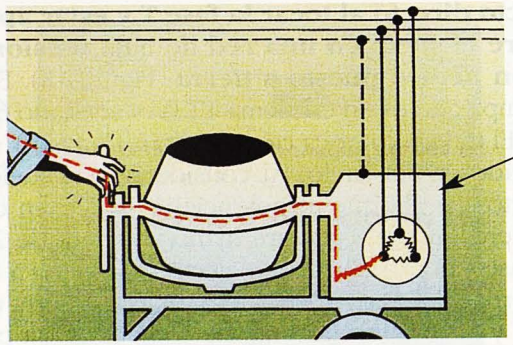


Figura 19. Contacto indirecto.

Una vez establecido el contacto eléctrico, que no tiene obligatoriamente que producirse con la mano, se produce un paso de corriente por el cuerpo humano debido a que entre el punto de entrada y el de salida de esta corriente existe una diferencia de potencial mayor que cero. Esta diferencia de potencial es la que recibe el nombre de Tensión de Contacto, que se puede considerar como la diferencia de potencial que durante un defecto puede resultar aplicada entre la mano y pie de una persona que toque con aquella una masa. Este concepto suele confundirse en el caso de un Contacto indirecto con el de Tensión de defecto.

En la Figura 19 la tensión de contacto será la tensión existente entre la carcasa de la hormigonera y tierra, siendo, en este caso, la tensión de defecto diferente y mayor que la de contacto, al existir una caída de tensión en la carcasa de la máquina.

6. FACTORES QUE INTERVIENEN EN LA GRAVEDAD DE UN ACCIDENTE ELÉCTRICO

El modelo físico que servirá de base para la comprensión del Riesgo de Electrocución se reduce a un circuito eléctrico, en el que el cuerpo humano actúa como elemento conductor y por lo tanto con una determinada resistencia óhmica. En este circuito el paso de intensidad viene determinado, en función de la tensión aplicada, por la Ley de Ohm que, en su forma más simplificada responde a la ecuación:

$$V = I \times R$$

donde:

- La intensidad de la corriente representada por la letra I puede definirse como: «la cantidad de corriente que pasa por una determinada sección del conductor por unidad de tiempo». Su unidad es el Amperio (A) aunque resulta habitual utilizar como medida el mA (1 A = 1.000 mA). Para comprender mejor estos parámetros se puede utilizar un símil hidráulico, que, aunque no responde exactamente en todo al comportamiento de la electricidad, debido a su carácter más común frente a la electricidad ayuda a comprender el compotamiento y significado de las unidades de esta última.

  En un símil hidráulico (Figura 20) podría compararse con la cantidad de agua que pasa por una sección por unidad de tiempo.

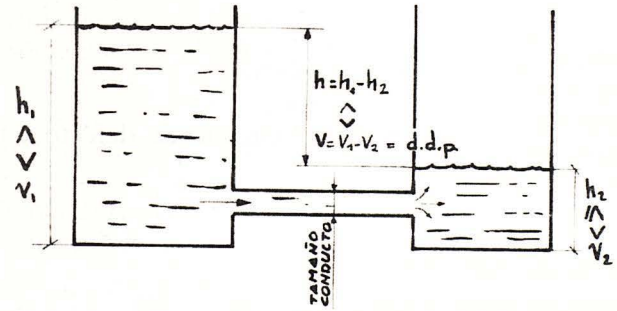


Figura 20. Símil Hidráulico.

- La tensión se representa por la letra V, (potencial eléctrico). Es la magnitud que origina la circulación de la corriente eléctrica cuando entre dos puntos existen valores distintos de tensión. Su unidad es el Voltio (V). A la diferencia de tensiones entre dos puntos se le llama diferencia de potencial (d.d.p.).

  El sentido de circulación de la corriente será del mayor potencial (nivel) al menor potencial (nivel). En un símil hidráulico, es como la diferencia de niveles entre dos recipientes con líquido, que se comunican entre sí. Si los potenciales entre dos puntos son iguales no hay circulación de corriente, si regresamos al símil hidráulico con niveles iguales el líquido no circula.

  Por este motivo cuando un pájaro se apoya en un conductor de una línea eléctrica aérea de baja o alta tensión, no sufre accidente alguno ya que entre sus dos patas no existe diferencia de potencial, no existe «desnivel eléctrico» y por lo tanto o hay paso de corriente.

- La resistencia es la magnitud que se opone a la circulación de la corriente eléctrica. Su unidad es el Ohmio (Ω). En un símil hidráulico es el rozamiento del agua en las paredes del conducto que une los dos recipientes. La resistencia depende de la longitud del conductor, de su sección, del material y su estado. A diferencia del material eléctrico, cada persona presenta distinto valor de resistencia respecto a otras personas e incluso respecto a si misma en diferentes situaciones.

  En el símil hidráulico el rozamiento del agua dependerá de la longitud del conducto, de su sección y del tipo de material y el estado de sus paredes.

De este modo los factores que intervienen en la gravedad del accidente eléctrico son:

- Diferencia de potencial.
- Resistencia del circuito de defecto.
- Resistencia del cuerpo humano.
- Intensidad que circula por el circuito de defecto y tiempo de contacto.
- Frecuencia de la energía eléctrica.

6.1. Diferencia de potencial

La diferencia de potencial es la causa por la que en un circuito eléctrico conductor y cerrado, circula una determinada intensidad.

En principio se puede pensar que cuanto mayor sea el nivel de tensión con el que se trabaje, mayor será la tensión de contacto que pueda aplicarse al cuerpo humano ya que como se ha visto antes $V = R \times I$, sin embargo se debe tener en cuenta que la intensidad de corriente que puede llegar a atravesar el cuerpo humano no depende sólo del valor de tensión sino de la relación entre la tensión y la resistencia del circuito eléctrico. Por lo tanto, suponiendo que hay dos circuitos eléctricos a diferentes tensiones:

- Un primer circuito que alimenta un receptor a una tensión de 380 v, siendo la resistencia del receptor de 380 Ω. En caso de contacto directo, este contacto implicaría un paso de corriente de 1 A.
- Un segundo circuito que alimenta un receptor a una tensión de 220 v, siendo la resistencia del receptor de 220 Ω. En caso de contacto directo, este contacto implicaría un paso de corriente de 1 A.

Se observa como todos estos supuestos implican la misma intensidad de corriente pese a haberse reducido el valor de tensión ya que se ha disminuido proporcionalmente el valor de resistencia del cuerpo humano (por ejemplo debido a un aumento del grado de humedad de la piel). Por lo tanto, si bien es cierto que ante un mismo valor de resistencia eléctrica, cuanto mayor sea el valor de tensión mayor será el valor de la corriente y por lo tanto mayor será la gravedad del accidente eléctrico, este razonamiento no debe hacer suponer que solamente valores de tensión de 220, 380 v o superiores son peligrosos.

Debe quedar claro que la tensión condiciona la gravedad del accidente eléctrico de forma indirecta ya que en función de la resistencia del circuito de defecto dará lugar a un paso de corriente de mayor o menor intensidad, siendo esta intensidad la que realmente condiciona la gravedad del accidente eléctrico.

Por encima de 50 v, o 24 v según las condiciones, el valor de tensión debe ser considerado peligroso.

6.2. Resistencia del circuito de defecto

En la Figura 21 queda representado lo que podría ser un circuito de defecto en el que se pone de manifiesto el circuito eléctrico equiva-

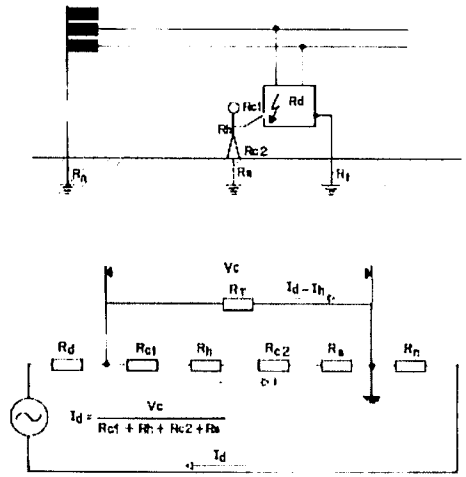


Figura 21. Circuito de defecto y Circuito equivalente de un contacto indirecto consecuencia de un fallo de aislamiento del receptor.

lente de un contacto eléctrico indirecto en un sistema de distribución TT (ver apartado 7 de este mismo capítulo).

En este circuito se aprecia claramente que no solo el cuerpo humano interviene como resistencia sino que deben tenerse en cuenta las resistencias propias del contacto, del defecto, del suelo, etc.

En esta Figura se define como:

Vc: Tensión de contacto.

Ih: Corriente que circula por el cuerpo humano.

Rd: Resistencia de defecto: esta resistencia es variable, depende de las características de cada defecto (puede llegar a ser nula en caso de contacto directo, defecto franco).

Rc_1: Resistencia de contacto, esta resistencia depende de los materiales que recubran la parte del cuerpo que entre en contacto con la corriente. Así pues esta resistencia puede ser debida a guantes, ropa, etc. En caso de contacto directo del cuerpo humano sin guantes, sin ropa, etc., $Rc_1 = 0\ \Omega$.

Rh: la resistencia propia del cuerpo humano.

Rc_2: resistencia de retorno, esta resistencia depende de los materiales que recubren la parte del cuerpo por donde se cierra el contacto, calzado, alfombra o banqueta aislante, etc.

Rs: resistencia del suelo, esta resistencia es la que ofrece el terreno para el retorno de la corriente.

Rn: resistencia de toma de tierra del Neutro, esta resistencia es la que ofrece la toma de tierra del neutro del transformador de alimentación.

R_T: resistencia de torna de tierra de las masas. En caso de existir esta resistencia (si las masas están puestas a tierra) está en paralelo con el cuerpo humano en contacto con la carcasa en tensión.

De este circuito se puede deducir que la intensidad «Id», que circula por el cuerpo humano responde a la ecuación:

$$Id = Vc / (Rc_1 + Rh + Rc_2 + Rs)$$

De esta expresión podemos deducir que cuanto mayores sean los valores de Rc_1, Rh, Rc_2 y Rs menor será el valor de corriente que circula por el cuerpo humano.

6.3. Resistencia del cuerpo humano

La resistencia del cuerpo humano depende de muchos factores, cualquier evaluación previa puede ser errónea en relación con el momento en que se presenta el defecto. Se han realizado muchas determinaciones experimentales qué permiten afirmar que esta resistencia es función de los siguientes parámetros:

- Trayectoria de la corriente.
- Superficie de contacto.
- Grado de humedad de la piel.
- Tensión.
- Tipo de tensión aplicada.
- Edad, peso y estado fisiológico de los individuos.

De todos estos parámetros los factores que influyen en mayor medida en la resistencia eléctrica del cuerpo humano son la tensión de contacto, el grado de humedad de la piel, y la trayectoria de la corriente eléctrica.

a) Variación según el valor de la tensión aplicada:

Según la norma C.E.I. 479, «Efectos de la corriente eléctrica al pasar por el cuerpo humano», la resistencia eléctrica varía con la tensión disminuyendo de valor al aumentar la tensión de contacto según los valores siguientes:

Tabla 3. Resistencia del cuerpo humano en función de la tensión

Tensión de contacto (V)	Resistencia (Ω)
25	2.500
50	2.000
250	1.000

Estos valores son aplicables para corriente continua y alterna hasta 100 Hz y para condiciones normales. Se entiende por condiciones normales aquellas en las que la corriente eléctrica pasa de mano a mano o de mano a pies. Asimismo la piel de los individuos se supone húmeda o con sudor.

Sin embargo un trabajador nada puede hacer para actuar sobre este factor con el objeto de reducir la gravedad de un hipotético accidente eléctrico ya que no depende de él la tensión de trabajo.

b) Variación según el Grado de humedad de la piel:

Se consideran cuatro estados distintos en función del grado de humedad, estos estados son:

1.º Piel perfectamente seca, sin ningún sudor.
2.º Piel húmeda.
3.º Piel mojada.
4.º Piel sumergida en agua.

Hay que observar que el 1.er estado, es decir, piel perfectamente seca y sin ningún sudor, corresponde a una situación de carácter más bien excepcional ya que la mano de un trabajador que realice trabajos no sedentarios, e incluso en este caso, difícilmente podría considerarse como piel seca.

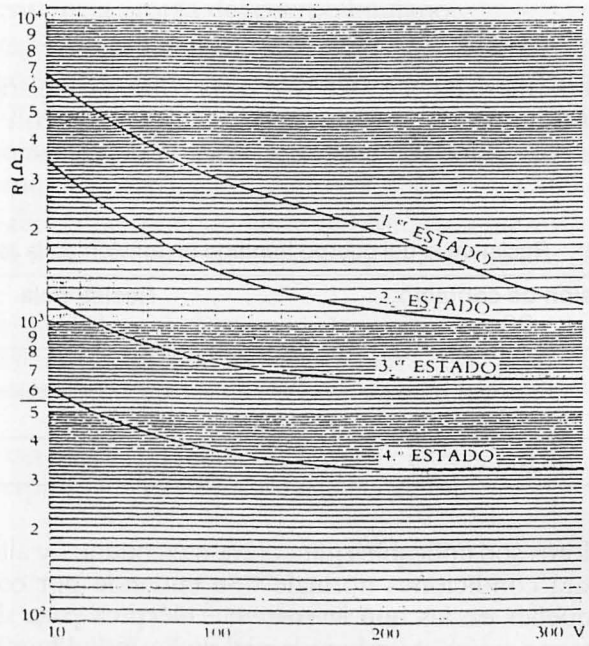


Figura 22. Resistencia humana en función de la humedad y la tensión.

La importancia de estas curvas (Figura 22) R = f(V) radica en que van a permitir elaborar curvas de seguridad del tipo V = f(t), es decir, curvas que dirán durante qué tiempo «t» puede una persona soportar una tensión «V» sin sufrir daños de carácter irreversible.

Para una tensión de trabajo de 220 v, observamos como el valor de Resistencia eléctrica es de aproximadamente:

- Suponiendo una piel seca: 1.750 Ω
- Suponiendo una piel húmeda: 1.100 Ω
- Suponiendo una piel mojada: 700 Ω
- Suponiendo una piel sumergida en agua: 350 Ω

Si se analizan estos datos, se puede ver claramente como, aplicando la Ley de Ohm, la intensidad de corriente que atravesaría el cuerpo humano se duplica en una piel sumergida en agua respecto a una piel mojada, lo mismo ocurre con una piel mojada respecto a una piel seca. Es por lo tanto este factor fundamental a la hora de disminuir la intensidad que atraviesa el cuerpo y, por ello, la gravedad del posible accidente eléctrico, y además es un factor sobre el que el trabajador puede tener influencia.

c) Variación según la trayectoria de la corriente eléctrica:

La trayectoria seguida en el cuerpo humano por la Intensidad de Contacto define por un lado el valor ohmico de su resistencia y por otra parte determina qué órganos pueden estar afectados por el paso de la corriente. Así, todos aquellos recorridos que atraviesan al tórax o la cabeza son más graves que los demás.

Como ejemplo de los recorridos más peligrosos se puede mencionar:

1. Mano - pié del lado contrario.
2. Mano - cabeza.
3. Mano derecha - tórax - mano izquierda.
4. Pié derecho - Pié izquierdo.

Sin embargo sobre este factor poco puede hacer el trabajador ya que nadie se accidenta voluntariamente y aún en caso de hacerlo nadie sería capaz de elegir un trayecto benigno como pudiera ser codo - dedo pulgar para accidentarse.

6.4. Intensidad que circula por el circuito de defecto y tiempo de contacto

El cuerpo humano, por razón de su composición química, es un elemento conductor y como tal cuando se le aplica una diferencia de potencial aparece una intensidad que lo atraviesa, cuyo valor es función de la resistencia total del circuito de defecto.

El paso de corriente eléctrica por el cuerpo puede ser generado tanto por corriente continua como corriente alterna. Sin embargo, el efecto sobre el cuerpo humano es distinto en función de una característica esencial de la corriente alterna, cual es la frecuencia. Se puede asimilar su efecto a una superposición de la frecuencia de la corriente con la propia del corazón o de las células nerviosas, que dan lugar a frecuencias distintas que condicionan el comportamiento de los distintos músculos excitados.

A) Efectos de la corriente alterna de frecuencias comprendidas entre 15 Hz y 100 Hz al pasar por el cuerpo humano

Antes de definir los distintos efectos de la corriente debe quedar claro el concepto de Intensidad de corriente. Para ello debe responderse a la siguiente pregunta: ¿un paso de corriente de 1 A a través del cuerpo de una persona es peligroso?, ¿1 A es mucha o poca corriente?, y 10 mA, ¿es mucha o poca corriente?...Se puede obtener la respuesta a estas preguntas a partir del consumo de una simple bombilla de uso doméstico de 100 W. Esta bombilla consume 0,45 A, es decir 454 mA (1 A = 1.000 mA), valor que puede ser considerado como bajo si lo comparámos con los consumos de los motores de los equipos presentes en la industria, pero que como se verá a continuación, es 45 veces superior al umbral peligroso que puede provocar la muerte de una persona.

Para conocer los efectos del paso de corriente eléctrica, se definen varios umbrales en el cuerpo humano, que son los siguientes:

1. **Umbral de percepción:** valor de la corriente que provoca una sensación en una persona a través de la cual pasa esa corriente. Se consideran, para el umbral de percepción, valores inferiores a 0,5 mA, cualquiera que sea el tiempo de paso.
2. **Umbral de reacción:** valor mínimo de la corriente que provoca una contracción muscular. Se considera, para el umbral de reacción, un valor general de 0,5 mA, cualquiera que sea el tiempo.

3. **Umbral de no soltar,** también conocido como tetanización muscular**:** valor a partir del cual se puede producir una contracción involuntaria de los músculos de nuestro cuerpo. Se considera un valor aproximado de 10 mA. Por ejemplo, si un trabajador que sujeta con ambas manos el volante de una hormigonera sufre un contacto eléctrico indirecto que le provoca un paso de corriente superior a 10 mA, puede provocarle la tetanización, es decir, el trabajador no puede soltarse, «esta enganchado». Este paso de corriente a través de su cuerpo pese a presentar un valor de corriente bajo, al no poder soltarse, podría causar su muerte si se mantuviera durante el tiempo necesario.
4. **Umbral de fibrilación ventricular** (asinergia de las contracciones de las diferentes fibras musculares cardiacas). Para duraciones de choque inferiores a 0,1 s, se puede producir la fibrilación con intensidades de corriente superiores a 500 mA, si el choque se produce durante el período vulnerable mientras que el umbral de fibrilación decrece considerablemente si la duración del paso de la corriente se prolonga más allá de un ciclo cardíaco.

Adaptando los resultados de las experiencias efectuadas sobre animales a los seres humanos se han establecido curvas (Figura 23) que permiten determinar la probabilidad de que se produzca una fibrilación ventricular (Tabla 4), al paso de cierta corriente eléctrica en un tiempo determinado.

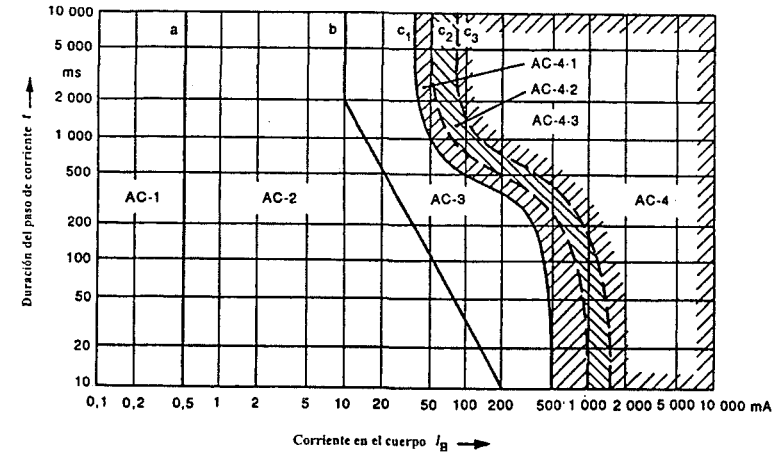


Figura 23. Zonas tiempo/corriente de los efectos de la corriente alterna de 15 Hz a 100 Hz.

NOTA: En lo que concierne a la fibrilación ventricular, esta figura se refiere a los efectos de la corriente que pasa por el trayecto «mano izquierda a los dos pies».

Tabla 4. Zonas tiempo/corriente de los efectos de la corriente alterna de 15 Hz a 100 Hz

Designaciòn de la zona	Límites de la zona	Efectos fisiológicos
AC - 1	Hasta 0,5 mA línea a	Habitualmente ninguna reacción.
AC - 2	De 0,5 mA hasta la línea b*	Habitualmente, ningún efecto fisiológico peligroso.
AC - 3	De la línea b hasta la curva c_1	Habitualmente ningún efecto orgánico. Probabilidad de contracciones musculares y dificultades de respiración para duraciones de paso de corriente superiores a 2 s. Perturbaciones reversibles en la formación y la propagación de impulsos de corazón, incluida la fibrilación auricular y paradas temporales del corazón sin fibrilación ventricular, aumentando con la intensidad de la corriente y el tiempo.
AC - 4	Por encima de la curva c_1	Pueden producirse efectos patofisiológicos tales como la parada cardíaca, parada respiratoria, quemaduras graves que aumentan con la intensidad y el tiempo en complemento con los efectos de la zona 3.
AC - 4.1	c_1 - c_2	Probabilidad de fibrilación ventricular aumentando hasta el 5%.
AC - 4.2	c_2 - c_3	Probabilidad de fibrilación ventricular aumentando hasta el 50% aproximadamente..
AC - 4.3	Por encima de la curva c_3	Probabilidad de fibrilación superior al 50%.

* Para duraciones de paso de corriente inferiores a 10 ms. el límite de corriente que atraviesa el cuerpo por la línea bpermanece constante e igual a 200 mA.

Otros efectos de la corriente

Pese a que la fibrilación ventricular está considerada como la causa principal de muerte por choque eléctrico, el paso de corriente eléctrica presenta otros efectos:

- El paro respiratorio se produce cuando la corriente circula desde la cabeza atravesando el centro nervioso respiratorio y provocando inhibición nerviosa.
- La asfixia se presenta cuando la corriente atraviesa el tórax impidiendo la contracción de los músculos de los pulmones por tetanización del diafragma y por lo tanto cesa la respiración.
- Trastornos cardiovasculares consecuencia de que el choque eléctrico provoca perturbaciones en el ritmo cardíaco, que pueden llegar al infarto de miocardio, aparte de taquicardias, etc. Además el choque eléctrico puede actuar como factor desencadenante y revelador de lesiones preexistentes.
- Quemaduras internas consecuencia de la considerable energía disipada por efecto Joule en los músculos del cuerpo.
- Quemaduras de superficie debidas generalmente a la elevada temperatura del arco eléctrico. Estas quemaduras abarcan toda la gama, del primero al tercer grado.
- Problemas renales derivados del bloqueo de los riñones como consecuencia de las quemaduras, puesto que se ven obligados a eliminar las ingentes cantidades de mioglobina y hemoglobina que les invaden después de abandonar los músculos afectados, así como las sustancias tóxicas que resultan de la descomposición de los tejidos destruidos por quemaduras externas.
- Lesiones oftálmicas consecuencia tanto de las radiaciones generadas como de la proyección de partículas.

Aplicación del factor de corriente de corazón (F)

El factor de corriente de corazón, se considera como una estimación aproximada de los peligros que corresponden a los diferentes trayectos de la comente, bajo el punto de vista de la fibrilación ventricular.

Este factor de corriente permite calcular las corrientes I_h para recorridos diferentes del de mano izquierda a los dos pies, que representan

el mismo peligro de fibrilación ventricular que aquellas que corresponden a la corriente de referencia I_{ref} entre mano izquierda y los dos pies, indicado en la Figura 23:

$$I_h = I_{ref}/F$$

Donde:

- I_{ref} es la corriente de la mano izquierda a los dos pies.
- I_h es la corriente que pasa por el cuerpo para los trayectos indicados en la Tabla 5.
- F es el factor de corriente de corazón indicado en la Tabla 5.

Tabla 5. Factor de corriente de corazón F para diferentes trayectos de corriente

Trayecto de la corriente	Factor de corriente de corazón F
Mano izquierda a pie izquierdo, a pie derecho o a los dos pies	1,0
Dos manos a los dos pies	1,0
Mano izquierda a mano derecha	0,4
Mano derecha a pie izquierdo, a pie derecho o a los dos pies	0,8
Espalda a la mano derecha	0,3
Espalda a la mano izquierda	0,7
Pecho a la mano derecha	1,3
Pecho a la mano izquierda	1,5
Glúteos a la mano izquierda, a la mano derecha o a los dos manos	0,7

Aplicando este factor de corriente, una corriente de 200 mA de mano a mano tiene el mismo efecto que una corriente de 80 mA de mano izquierda a los dos pies.

B) Efectos de la corriente continua

Ante el paso de corriente eléctrica continua, se definen varios umbrales en el cuerpo humano, que son los siguientes:

1. **Umbral de percepción**: a diferencia de la corriente alterna solo el establecimiento y la interrupción de la corriente son percibidos y ninguna otra sensación se siente durante el paso de la corriente. En condiciones similares a las definidas para la corriente alterna, el umbral de percepción es de aproximadamente 2 mA.
2. **Umbral de no soltar**: a diferencia de la corriente alterna, no es posible definir un umbral de no soltar en corriente continua. Por lo tanto no produce tetanización muscular.
3. **Umbral de fibrilación ventricular**: para duraciones de choque superiores a la duración de un ciclo cardíaco, el umbral de fibrilación en corriente continua es varias veces superior al de corriente alterna. Para duraciones de choque inferiores a 200 ms, el umbral de fibrilación es aproximadamente el mismo que en corriente alterna.

Por analogía con las zonas tiempo/corriente en corriente alterna (Figura 24), se han establecido unas curvas por adaptación de los resultados obtenidos sobre sujetos humanos que permiten determinar la probabilidad de que se produzca una fibrilación ventricular (Tabla 6).

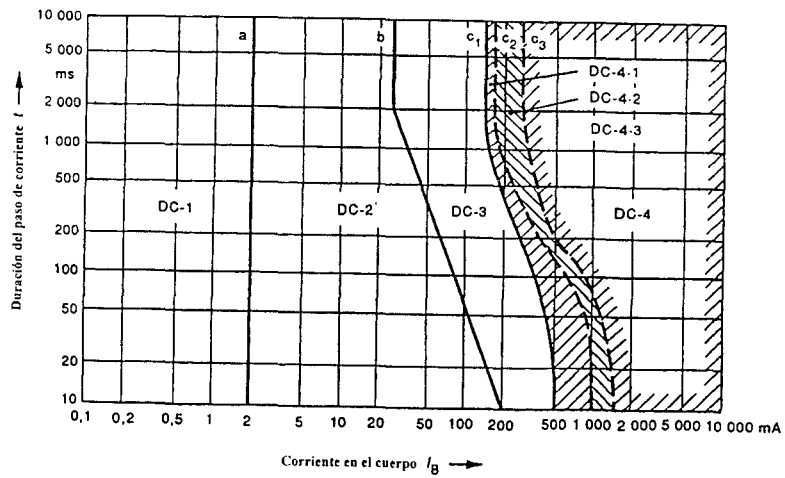


Figura 24. Zonas tiempo/corriente de los efectos de la corriente continua.

Tabla 6. Zonas tiempo/corriente de los efectos de la corriente continua

Designación de la zona	Límites de la zona	Efectos fisiológicos
DC - 1	Hasta 2 mA línea a	Habitualmente ninguna reacción. Ligera sensación de picazón cuando se establece y se interrumpe la corriente.
DC - 2	De 2 mA hasta la línea b*	Habitualmente, ningún efecto fisiológico nocivo.
DC - 3	De la línea b hasta la curva c_1	Habitualmente ningún daño orgánico. El aumento de la corriente y del tiempo es susceptible de provocar perturbaciones reversibles de formación y de conducción de impulsos en el corazón.
DC - 4	Por encima de la curva c_1	El aumento de la corriente y del tiempo provoca efectos patofisiológicos peligrosos, por ejemplo quemaduras profundas añadiéndose a los efectos de la zona 3.
DC - 4.1	c_1 - c_2	Probabilidad de fibrilación ventricular aumentando hasta el 5% aproximadamente.
DC - 4.2	c_2 - c_3	Probabilidad de fibrilación ventricular aumentando hasta el 50% aproximadamente.
DC - 4.3	Por encima de la curva c_3	Probabilidad de fibrilación superior al 50%.

Respecto a la influencia de la frecuancia sobre la gravedad de un accidente eléctrico, se debe tener en cuenta que el cuerpo humano presenta un diferente comportamiento en función de la frecuencia de la corriente. Así, la corriente continua definida como corriente límite, en su valor, es sensiblemente igual que la corriente alterna a una frecuencia de 10.000 Hz.

El comportamiento en corrientes de Alta frecuencia (entre 1.000 Hz y 100.000 Hz) es distinto y en este tipo de corrientes los niveles de seguridad aumentan notablemente al aumentar la frecuencia y teóricamente las corrientes de muy alta frecuencia no son peligrosas (umbrales de percepción elevados). Cualitativamente la afirmación anterior es exacta, ya que debido al efecto pelicular la corriente de altas frecuencias tiende a pasar por la piel sin penetrar en el cuerpo. Sin embargo en el sentido cuantitativo se ha de tener en cuenta que se empieza a tener efecto pelicular apreciable a partir de 100.000 Hz. Como regla fácil de recordar, una corriente alterna de 10. 000 Hz tiene un grado de peligrosidad parecido al de la corriente continua.

No obstante, a pesar de que todos los factores descritos influyen en la gravedad de un accidente eléctrico, diferencia de potencial, resistencia del circuito de defecto y resistencia del cuerpo humano, intensidad que circula por el circuito de defecto, tiempo y frecuencia, debe quedar claro que, para un mismo trayecto de comente a través del cuerpo humano, el peligro en que incurren las personas, depende esencialmente de la intensidad y de la duración de pasó de la corriente.

7. ESQUEMAS DE DISTRIBUCIÓN

El esquema de distribución empleado condiciona las características de los sistemas de protección contra contactos eléctricos indirectos y contra sobreintensidades.

Los esquemas de distribución se establecen e identifican, por un lado, en función de las conexiones a tierra de la red de distribución o de la alimentación y por el otro de cómo se conectan o no las masas de la instalación receptora a tierra o al conductor de protección.

La denominación de los esquemas de distribución se realiza con un código de letras con el significado siguiente:

Primera letra: Se refiere a la situación de la alimentación con respecto a tierra.

T = Conexión directa de un punto de la alimentación a tierra.
I = Aislamiento de todas las partes activas de la alimentación con respecto a tierra o conexión de un punto a tierra a través de una impedancia.

Segunda letra: Se refiere a la situación de las masas de la instalación receptora con respecto a tierra.

T = Masas conectadas directamente a tierra.
N = Masas conectadas directamente al punto de la alimentación puesto a tierra (en corriente alterna, este punto es normalmente el punto neutro).

Otras letras (eventuales): Se refieren a la situación relativa del conductor neutro y del conductor de protección.

S = Las funciones de neutro y de protección, aseguradas por conductores separados.

C = las funciones de neutro y de protección están combinadas en un solo conductor (conductor CPN).

Existen tres esquemas de distribución:

- Esquema TN.
- Esquema TT.
- Esquema IT.

7.1. Esquema TN

Los esquemas TN tienen un punto de la alimentación, generalmente el neutro conectado directamente a tierra y las masas de la instalación receptora conectadas a dicho punto mediante conductores de protección.

En los esquemas TN cualquier intensidad de defecto franco fase-masa es una intensidad de cortocircuito.

Se distinguen tres tipos de esquemas TN según la disposición relativa del conductor neutro y del conductor de protección:

7.1.1. Esquema TN-S: es un esquema TN en el que el conductor neutro y el de protección son distintos en todo el esquema (Figura 25).

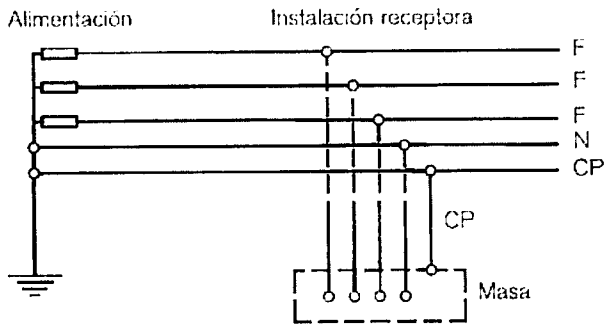


Figura 25. Esquema de distribución tipo TN-S.

7.1.2. Esquema TN C: es un esquema TN en el que las funciones de neutro y protección están combinados en un solo conductor en todo el esquema (Figura 26).

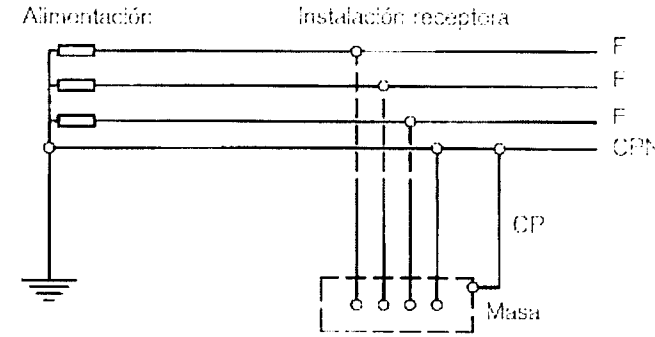


Figura 26. Esquema de distribución tipo TN-C.

7.1.3. Esquema TN-C-S: es un esquema TN en el que las funciones de neutro y protección están combinadas en un solo conductor en una parte del esquema (Figura 27).

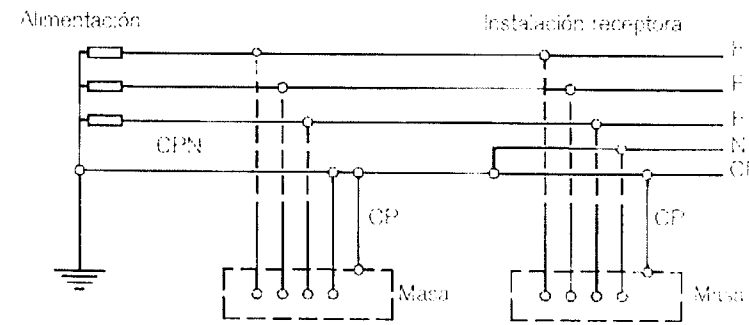


Figura 27. Esquema de distribución tipo TN-C-S.

Prescripciones especiales en las redes de distribución para la aplicación del esquema TN

Para que las masas de la instalación receptora puedan estar conectadas a neutro como medida de protección contra contactos indi-

rectos, la red de alimentación debe cumplir, entre otras, las siguientes condiciones:

- La sección del conductor neutro debe, en todo su recorrido, ser como mínimo igual a la indicada en la tabla siguiente, en función de la sección de los conductores de fase (Tabla 7).
- En las líneas aéreas, el conductor neutro se tenderá con las mismas precauciones que los conductores de fase.
- La resistencia global de tierra, de todas las tomas de tierra del neutro, no será superior a 2 ohmios.
- En el esquema TN-C, las masas de las instalaciones receptoras deberán conectarse al conductor neutro mediante conductores de protección.

Tabla 7. Sección del conductor neutro en función de la sección de los conductores de fase

Sección de conductores de la fase (mm^2)	Sección nominal del conductor neutro (mm^2)	
	Redes aéreas	Redes subterráneas
16	16	16
25	25	16
35	35	16
50	50	25
70	50	35
95	50	50
120	70	70
150	70	70
185	95	95
240	120	120
300	150	150
400	185	185

7.2. Esquema TT

El esquema TT tiene un punto de alimentación, generalmente el neutro o compensador, conectado directamente a tierra. Las Masas de la instalación receptora están conectadas a una toma de tierra separada de la toma de tierra de la alimentación (Figura 28).

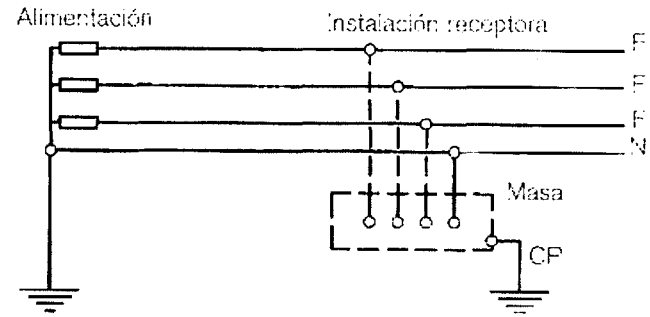


Figura 28. Esquema de distribución tipo TT.

En este esquema las intensidades de defecto fase-masa o fase-tierra pueden tener valores inferiores a los de cortocircuito, pero pueden ser suficientes para provocar la aparición de tensiones peligrosas.

En este esquema de distribución (Figura 29) al tocar el trabajador con su mano la fase, entre su mano y su pie existe una diferencias de potencial, tensión de contacto, de 220 v lo que provoca una intensidad

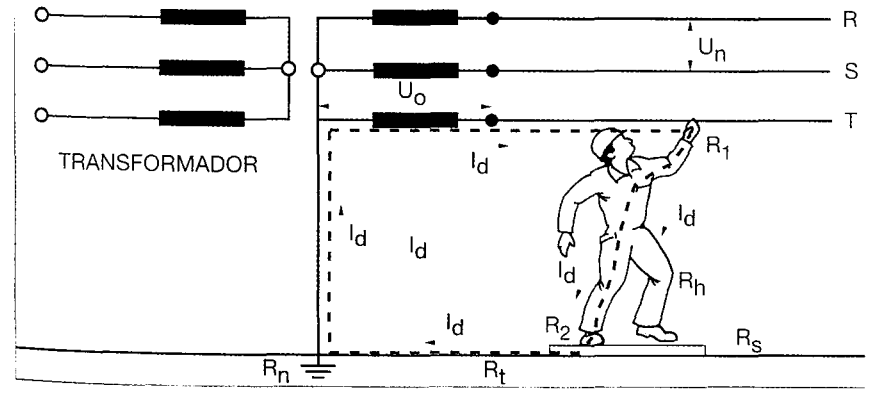


Figura 29. Contacto eléctrico directo en red IT.

de defecto que lo atravisa. Este paso de corriente se produce ya que, al ser un esquema TT y el neutro del transformador se encuentra puesto a tierra, permite cerrarse el circuito de defecto a través del terreno.

7.3. Esquema IT

En este sistema de distribución (Figura 30) la intensidad resultante de un primer defecto fase-masa o fase-tierra, tiene un valor lo suficientemente reducido como para no provocar la aparición de tensiones de contacto peligrosas, ya que el esquema IT no tiene ningún punto de la alimentación conectado directamente a tierra.

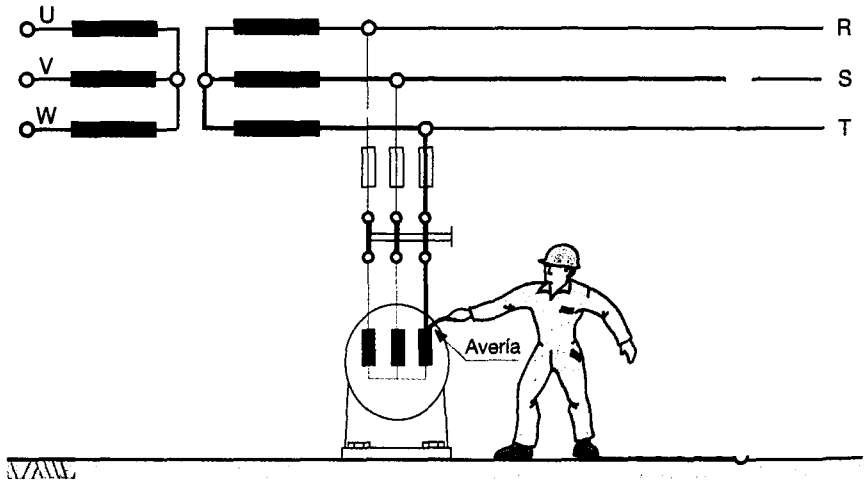


Figura 30. Primer defecto fase-tierra.

Sin embargo una vez que se produce un primer defecto a tierra, un segundo defecto en una fase diferente (Figura 31) sí que provocará el paso de corriente a través del cuerpo del trabajador ya que el primer defecto «ejerce la función» que en el esquema TT tiene el neutro del transformador.

Conseguir que el valor de la intensidad resultante de un primer defecto presente un valor no peligroso para las personas se obtiene bien por la ausencia de conexión a tierra en la alimentación, o bien por la inserción de una impedancia suficientemente alta entre un punto de la alimentación (generalmente el neutro) y tierra. Por este motivo puede resultar necesario limitar la extensión de la instalación para disminuir el efecto capacitivo de los cables con respecto a tierra (ver apartado sobre protección contra contactos indirectos en esquemas de distribución IT) ya que en instalaciones muy extensas, estos efectos capacitivos pueden considerarse como una primera referencia a tierra del sistema lo que haría ineficaz este esquema de distribución.

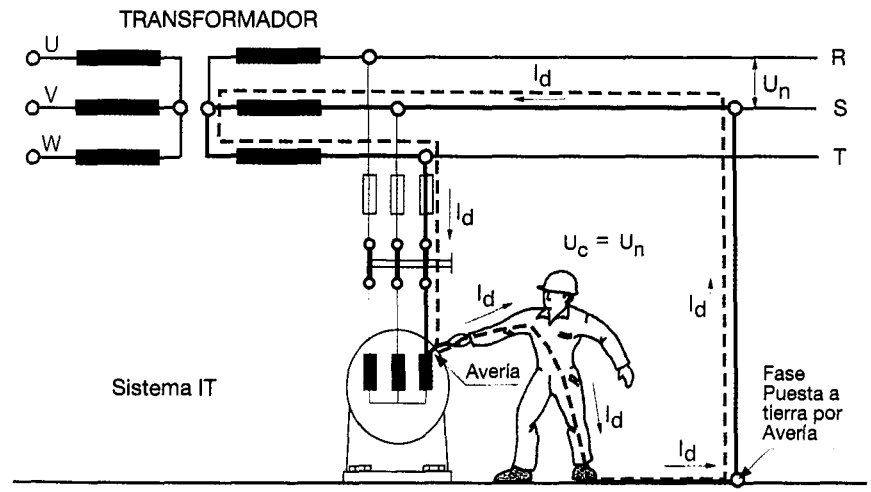


Figura 31. Segudo defecto fase-tierra.

7.4. Aplicación de los tres tipos de esquemas

La elección de uno de los tres tipos de esquemas debe hacerse en función de las características técnicas y económicas de cada instalación, pudiendo combinarse los diferentes esquemas de distribución en una misma instalación eléctrica. Sin embargo, hay que tener en cuenta los siguientes principios:

a) Las redes de distribución pública de baja tensión tienen un punto puesta directamente a tierra por prescripción reglamentaria. Este punto es el punto neutro de la red. Por lo tanto el esquema de distribución para instalaciones receptoras alimentadas di-

rectamente de una red de distribución pública de baja tensión es el esquema TT. Es decir aquellas industrias, comercios, oficinas, etc., que no dispongan de Centro de Transformación propio dispondrán de un esquema de distribución TT.

b) Las instalaciones alimentadas en baja tensión, a partir de un centro de transformación propio, se podrá elegir cualquiera de los tres esquemas citados.

No obstante lo dicho en a), puede establecerse un esquema IT en parte o partes de una instalación alimentada directamente de una red de distribución pública mediante el uso de transformadores adecuados, en cuyo secundario y en la parte de la instalación afectada se establezcan las disposiciones que para tal esquema se citan en el apartado sobre el esquema de distribución IT.

8. RECEPTORES ELÉCTRICOS

Recibe el nombre de receptor aquel aparato o máquina eléctrica que utiliza la energía eléctrica para un fin determinado.

Los receptores deben ser instalados tomando en consideración tanto el emplazamiento en el que van a ser empleados como el tipo de uso al que están destinados.

Atendiendo a la protección contra los choques eléctricos los receptores se pueden clasificar en Clase o, Clase I, Clase II y Clase III (Tabla 8).

Tabla 8. Clasificación de los receptores

	Clase 0	Clase I	Clase II	Clase III
Características principales de los aparatos	Sin medios de protección por puesta a tierra	Previstos medios de conexión a tierra	Aislamiento suplementario pero sin medios de protección por puesta a tierra	Previstos para ser alimentados con baja tensión de seguridad (MBTS)
Precauciones de seguridad	Entorno aislado de tierra	Conexión a la toma de tierra de protección	No es necesaria ninguna protección	Conexión a muy baja tensión de seguridad

MATERIAL DE CLASE 0

Material en el cual la protección contra el choque eléctrico, se basa en el aislamiento principal; lo que implica que no existe ninguna disposición prevista para la conexión de las partes activas accesibles, si las hay, a un conductor de protección que forme parte del cableado fijo de la instalación. La protección en caso de defecto en el aislamiento principal depende del entorno (Figura 32).

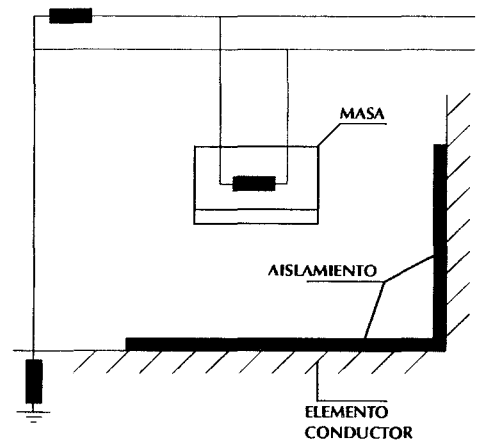


Figura 32. Receptor de Clase 0 en entorno aislado.

MATERIAL DE CLASE I

Material que comporta una medida de seguridad complementaria contra el choque eléctrico en forma de medios de conexión de las partes conductoras accesibles a un conductor de protección puesto a tierra, que forma parte del cableado fijo de la instalación, de forma tal que las partes conductoras accesibles no puedan presentar tensiones peligrosas.

MATERIAL DE CLASE II

Es el material en el cual la protección contra el choque eléctrico se basa únicamente en el aislamiento principal, sino que comporta medidas de seguridad complementarias, tales como el doble aislamiento o

aislamiento reforzado. Estas medidas no suponen la utilización de puesta a tierra para la protección y no dependen de las condiciones de la instalación. Este material debe estar alimentado por cables con doble aislamiento o con aislamiento reforzado (Figura 33).

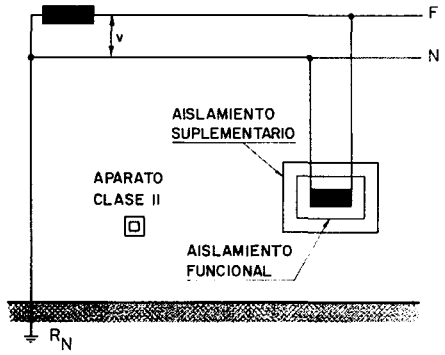


Figura 33

MATERIAL DE CLASE III

Material en el cual la protección contra el choque eléctrico se basa en la alimentación a muy baja tensión: aquella en la que no se producen tensiones superiores a 50 v en corriente alterna o a 75 v en corriente continua (Figura 34).

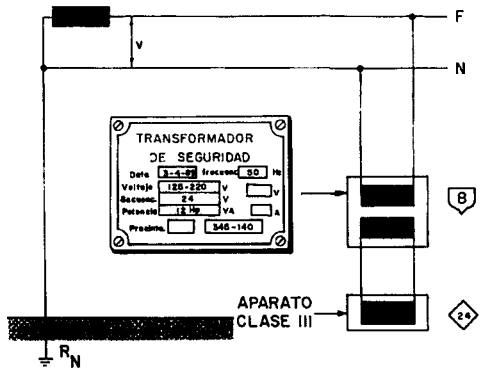


Figura 34

9. GRADOS DE PROTECCIÓN PROPORCIONADOS POR LAS ENVOLVENTES DE LOS MATERIALES ELÉCTRICOS CONTRA EL ACCESO A PARTES PELIGROSAS, A LA PENETRACIÓN DE CUERPOS SÓLIDOS EXTRAÑOS Y A LA PENETRACIÓN DE AGUA (IP)

Cuando se pretende evitar que en una cantera el polvo presente entre dentro de los equipos eléctricos deteriorándolos, que se produzcan contactos directos al introducir un dedo en un enchufe, que en la sala de despiece de un matadero donde la limpieza se realiza mediante manguera de agua, esta llegue a provocar un cortocircuito en la instalación, etc., se necesita que las envolventes de estos equipos eléctricos dispongan de la suficiente protección frente a estos agentes externos. El mayor o menor nivel de protección de estas envolventes viene determinado por el código IP.

El código IP es por lo tanto un sistema de codificación (Tabla 8) que indica los grados de protección proporcionados por una envolvente contra el acceso a partes peligrosas, a la penetración de cuerpos sólidos extraños y a la penetración de agua. El grado de protección proporcionado por una envolvente se indica mediante el código IP de la manera siguiente (Figura 35):

- Cuando no es necesaria una cifra característica, la primera o segunda cifra característica será sustituida por la letra «X» («XX» si se omiten las dos cifras características).
- Las letras adicionales y/o las letras suplementarias pueden omitirse sin sustitución alguna.
- Cuando se utilice más de una letra suplementaria, se aplicará el orden alfabético.

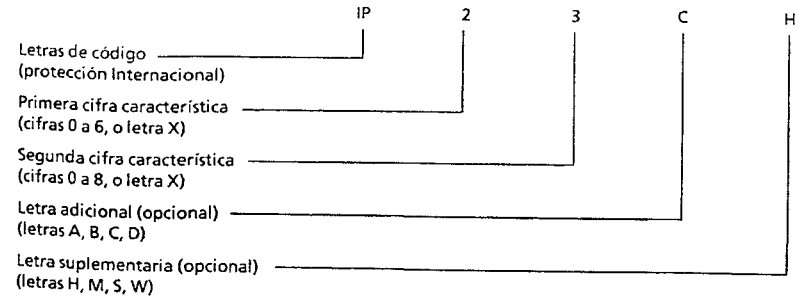


Figura 35. Interpretación códigos IP.

Tanto la primera como la segunda cifra característica, se designan mediante un número graduado desde cero hasta seis para la primera cifra característica y desde cero hasta ocho para la segunda; en ambos casos a medida que el numero aumenta indica que aumenta la protección de la envolvente (Tabla 9).

Tabla 9. Elementos del código IP y sus significados

Elemento	Cifras o letras	Significado para la protección del equipo	Significado para la protección de personas
Letras del código	IP		
Primera cita característica		Contra el ingreso de objetos extraños sólidos	Contra el acceso a partes peligrosas con:
	0	(no protegidos)	(no protegido)
	1	≤ 50 mm de Ø	el dorso de la mano
	2	≤ 12,5 mm de Ø	dedo
	3	≤ 2,5 mm de Ø	herramienta
	4	≤ 1,0 mm de Ø	alambre
	5	protegido contra el polvo	alambre
	6	totalmente protegido contra el polvo	alambre
Segunda cifra caracterìstica		Contra la penetración de agua con efectos perjudiciales	
	0	(no protegidos)	
	1	protegidos contra las calles verticales de gotas de agua	
	2	protegidos contra las caídas de agua con inclinación máx. de 15°	
	3	protección contra el agua en forma de lluvia	
	4	protegido contra las proyecciones de agua	
	5	protegido contra los chorros de agua	
	6	protegido contra los chorros fuertes de agua	
	7	inversión temporal	
	8	inversión continua	
Letra Adicional (Opcional)			Contra el acceso a partes peligrosas con: dorso de mano dedo herramienta alambre
	A		
	B		
	C		
	D		
Letra Suplementaria (Opcional)		Información Suplementaria específica de:	
	H	Material a alta tensión	
	M	Movimiento durante el ensayo de agua	
	S	Inmóvil durante el ensayo de agua	
	W	Intemperie	

Grados de protección contra el acceso a partes peligrosas y contra la penetración de cuerpos sólidos extraños

La primera cifra característica indica simultáneamente la:

- Protección de las personas contra el acceso a partes peligrosas, impidiendo o limitando la penetración de una parte del cuerpo humano o de un objeto cogido por una persona.
- Protección del equipo contra la penetración de objetos sólidos extraños.

Una envolvente no puede ser designada con un grado de protección determinado, indicado por la primera cifra característica, más que en los casos en que satisfaga también los grados de protección inferiores.

Grados de protección contra la penetración de agua

La segunda cifra característica indica el grado de protección proporcionado por las envolventes con respecto a los efectos perjudiciales sobre el equipo, debido a la penetración de agua.

Hasta la segunda cifra característica 6 inclusive, la designación implica conformidad también con los requisitos de todas las cifras características inferiores sin embargo una envolvente con la segunda cifra característica 7 u 8, se considera inapropiada para exponerla a un chorro de agua (designada por una segunda cifra característica 5 ó 6) y no tiene que satisfacer los requisitos para las cifras 5 ó 6. a menos que tenga doble codificación (Tabla 10).

Tabla 10. Interpretación segunda cifra IP

La envolvente supera el ensayo por:		Designación y marca	Margen de aplicación
Chorros de agua segunda cifra	Inmersión temporal/ Inmersión prolongada		
5	7	IPX5/IPX7	Doble
6	7	IPX6/IPX7	Doble
5	8	IPX5/IPX8	Doble
6	8	IPX6/IPX8	Doble
—	7	IPX7	Restringido
—	8	IPX8	Restringido

Las envolventes de «doble» utilización deben cumplir con los requisitos para exponerse a chorros de agua y a inmersión temporal o prolongada.

En ocasiones las cifras características pueden sustituirse por símbolos como se indica en la tabla siguiente (Tabla 11).

Tabla 11. Símbolos utilizados habitualmente para los grados de protección

Primera cifra	IP5X		Malla sin recuadro
	IP6X		Malla con recuadro
Segunda cifra	IPX1		Una gota
	IPX3		Una gota dentro de un cuadrado
	IPX4		Una gota dentro de un triángulo
	IPX5		Dos gotas, cada una dentro de un triángulo
	IPX7		Dos gotas
	IPX8		Dos gotas seguidas de una indicación de la profundidad máxima de inmersión en metros

Nota: Los grados de protección no incluidos en esta tabla no tienen símbolo para su representación.

Grados de protección contra el acceso a partes peligrosas indicadas por la letra adicional

La letra adicional indica el grado de protección de personas contra el acceso a partes peligrosas (Tabla 12). Las letras adicionales se utilizan solamente:

- si la protección efectiva contra el acceso a partes peligrosas es más alta que la indicada por la primera cifra característica;
- o si solamente se menciona la protección contra el acceso a partes peligrosas, siendo la primera cifra característica reemplazada por la una X.

Tabla 12. Grados de protección contra el acceso a partes peligrosas indicadas por la letra adicional

Letra adicional	Grado de protección	
	Descripción abreviada	Definición
A	Protegido contra el acceso con el dorso de la mano.	El calibre de acceso de esfera de 50 mm Ø deberá quedar a una distancia adecuada de las partes peligrosas.
B	Protegido contra el acceso con el dedo.	El calibre de prueba articulado de 12,0 mm Ø de longitud 80 mm, quedará a una distancia adecuada de las partes peligrosas.
C	Protegido contra el acceso con una herramienta.	El calibre de acceso de 2,5 mm Ø longitud 100 mm, quedará a una distancia adecuada de las partes peligrosas.
D	Protegido contra el acceso con un alambre.	El calibre de acceso de 1,0 mm Ø, longitud 100 mm quedará a una distancia adecuada de las partes peligrosas.

Letras suplementarias

Puede añadirse una información suplementaria mediante una letra situada después de la última cifra característica o después de la letra adicional (Tabla 13).

Tabla 13. Letras suplementarias

Letras	Significado
H	Aparato de alta tensión.
M	Ensayo de verificación de la protección contra los efectos perjudiciales, debidos a la penetración de agua, efectuados sobre el material, estando sus partes móviles (p. e. el rotar de una máquina rotativa) en movimiento.
S	Ensayo de verificación de la protección contra los efectos perjudiciales causados por la penetración de agua, efectuando sobre el material con sus partes móviles (p. e. el rotor de una máquina giratoria) en reposo.
W	Material diseñado de forma que pueda utilizarse en las condiciones atmosféricas especificadas, y en el que se han previsto medidas o procedimientos complementarios de protección.

Ejemplos de designaciones del código IP

- Una envolvente con la designación IP 23CS (Figura 36) indica lo siguiente:

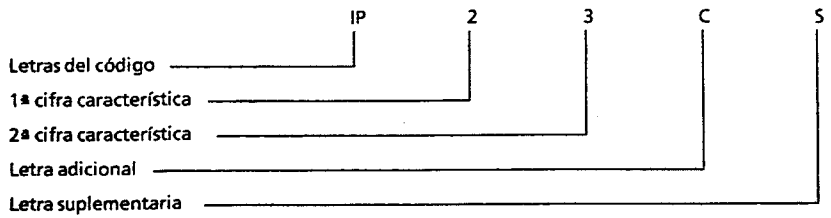


Figura 36. Ejemplo de código IP.

(2) El 2 en la primera cifra característica indica que esta envolvente:

- Protege a las personas contra el acceso a las partes peligrosas con los dedos.
- Protege los equipos en el interior de la envolvente contra la penetración de objetos sólidos, de diámetro igual o superior a 12,5 mm.

(3) El 3 en la segunda cifra característica indica que esta envolvente protege los equipos situados en el interior de la envolvente contra los efectos perjudiciales causados por el agua que cae en forma de lluvia contra la misma.

(C) La letra C como letra adicional indica que esta envolvente protege a las personas contra el acceso a las partes peligrosas cuando se manejan herramientas manuales, de diámetro igual o superior a 2,5 mm de longitud, que no exceda los 100 mm de longitud.

(S) La letra S como letra adicional indica que esta envolvente se ensaya para garantizar la protección contra los efectos perjudiciales causados por la penetración de agua, cuando todas las partes del equipo estén en reposó.

- IP44-ninguna letra, ninguna opción.
- IPX5-omisión de primera cifra característica.
- IPXXC-omisión de las dos cifras características, utilizando una letra adicional.
- IPXIC-omisión de la primera cifra característica, utilizando una letra adicional.

- IP3XD-omisión de la segunda cifra característica, utilizando una letra adicional.
- IP23S-utilización de una letra suplementaria.
- IP21CM-utilización de una letra adicional y una letra suplementaria.
- IPX5/IPX7-indicación de dos grados diferentes de protección por una envolvente de doble utilización: contra los chorros de agua y contra la inmersión temporal.
- IP2X-omisión de la segunda cifra característica. En ocasiones algunas envolventes no tienen especificadas una cifra característica, bien por que no es necesaria para una aplicación concreta o bien por que no ha sido ensayada en ese aspecto.

Grados de protección proporcionados por las envolventes de los materiales eléctricos contra los impactos mecánicos externos (IK)

El código IK es un sistema de codificación que indica los grados de protección proporcionados por una envolvente para los materiales eléctricos contra los impactos mecánicos nocivos, se designa un número graduado de cero hasta diez; a medida que el numero aumenta indica que la energía del impacto mecánico sobre la envolvente es mayor. Este número se muestra siempre formado por dos cifras, es decir el grado de protección IK 07 indica que es el número 7.

El grado de protección proporcionado por una envolvente contra los impactos se indica mediante el código DC de la siguiente forma (Figura 37).

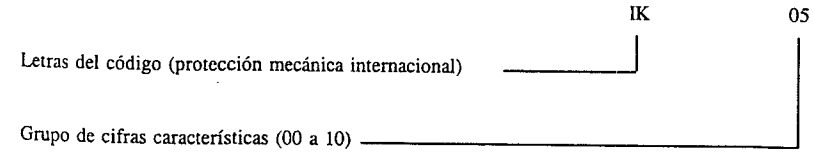


Figura 37. Código IK.

Cada grupo de cifras características representa un valor de la energía de impacto (Tabla 14).

Tabla 14. Correspondencia entre el código IK y la energía de impacto

Código IK	IK00	IK01	IK02	IK03	IK04	IK05	IK06	IK07	IK08	IK09	IK10
Energía de impacto Julios	*	0,15	0,2	0,35	0,5	0,7	1	2	5	10	201

* No protegido según esta norma.

Por ejemplo, el código IK 07 indicaría que la envolvente, en su punto más débil, soportaría un impacto de una pieza de poliamida o acero redondeado de peso de 500 g., y que cayera desde una altura de 400 mm.

Generalmente, el grado de protección se aplica a la envolvente en su totalidad, si algunas partes de esta envolvente tienen grados de protección diferentes, éstos deben indicarse por separado en las instrucciones o documentación del fabricante de la envolvente.

10. PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS DIRECTOS

Esta protección consiste en tomar las medidas destinadas a proteger las personas contra los peligros que pueden derivarse de un contacto con las partes activas de los materiales eléctricos.

Los sistemas de protección que pueden utilizarse son:

- Muy Bajas Tensiones de Seguridad (MBTS).
- Protección por aislamiento de las partes activas.
- Protección por medio de barreras o envolventes.
- Protección por medio de obstáculos.
- Protección por puesta fuera de alcance por alejamiento.
- Protección complementaria por dispositivos de corriente diferencial residual (interruptor diferencial).

10.1. Muy Bajas Tensiones de Seguridad (MBTS)

Las instalaciones a Muy Baja Tensión de Seguridad (MBTS) comprenden aquellas instalaciones cuya tensión nominal no excede de 50 V en corriente alterna (c.a.) ó 75 V en corriente continua (c.c.).

Estas instalaciones deben estar alimentadas mediante una fuente que incorpore:

- Un transformador de seguridad (ver apartado 11.6, protección por separación eléctrica, del presente capítulo).

- Una fuente corriente que asegure un grado de protección equivalente a un transformador de seguridad (por ejemplo, un motor-generador con devanados que presentan una separación equivalente).
- Pilas, acumuladores, etc.
- Grupos electrógenos.
- Determinados dispositivos electrónicos en los cuales se han adoptado medidas para que, en caso de primer defecto, la tensión de salida del dispositivo electrónico no supere los valores correspondientes a Muy Baja Tensión.

Las tomas de corriente de los circuitos de MBTS deben satisfacer las siguientes condiciones:

- Los conectores no deben ser compatibles con tomas de corriente alimentadas por otras tensiones.
- Las bases de enchufe no deben ser compatibles con conectores concebidos para otras tensiones.
- Las bases de enchufe de los circuitos MBTS no deben llevar contacto de protección.
- Las partes activas de los circuitos de MBTS no deben ser conectadas eléctricamente a tierra, ni a partes activas, ni a conductores de protección que pertenezcan a circuitos diferentes (Figura 38).
- Las masas no deben conectarse intencionadamente ni a tierra, ni a conductores de protección o masas de circuitos diferentes, ni a elementos conductores.

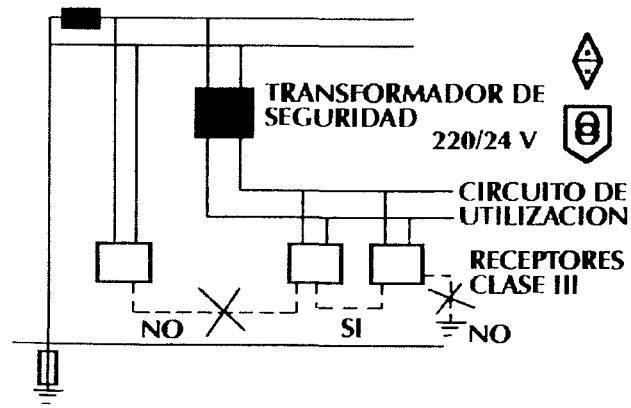


Figura 38. Circuito con MBTS.

- Por otro lado, si hay masas de circuitos MBTS que son susceptibles de ponerse en contacto con masas de otros circuitos, la protección contra los choques eléctricos ya no se basa en la medida exclusiva de protección para MBTS, sino en las medidas de protección correspondientes a estas últimas masas.
- Cuando la tensión nominal del circuito es superior a 25V en corriente alterna o 60V en corriente continua, debe asegurarse la protección contra los contactos directos mediante uno de los métodos siguientes:
  - Por barreras o envolventes que presenten como mínimo un grado de protección IP2X; o IP XXB.
  - Por un aislamiento que pueda soportar una tensión alterna con un valor eficaz de 500 voltios durante un minuto.
- Para tensiones inferiores a las anteriores (25 v en c.a. y 60 v en c.c.) no se requiere protección alguna contra contactos directos.

10.2. Protección por aislamiento de las partes activas

Este aislamiento tiene por finalidad impedir todo contacto con las partes activas

Las partes activas deberán estar recubiertas de un aislamiento que no pueda ser eliminado más que destruyéndolo. Este aislamiento debe soportar, de manera duradera las influencias mecánicas, químicas, eléctricas y térmicas.

Las pinturas, barnices, lacas y productos similares no se considera que constituyan un aislamiento suficiente en el marco de la protección contra los contactos directos.

10.3. Protección por medio de barreras o envolventes

Las partes activas deben estar situadas en el interior de las envolventes o detrás de barreras que posean, como mínimo, el grado de protección IP 2X ó IP XXB. Si se necesitan aberturas mayores para la reparación, sustitución de piezas (casquillos, tomas de corriente o fusibles, etc.) o para el buen funcionamiento de los equipos, se adoptarán las precauciones necesarias para impedir que las personas toquen accidentalmente las partes activas y se garantizará que las personas

sean conscientes del hecho de que las partes a las que se puede acceder por la abertura son partes activas que no deben ser tocadas voluntariamente.

Las superficies superiores de las barreras o envolventes horizontales que son fácilmente accesibles, deben responder como mínimo al grado de protección IP4X o IP XXD.

Las barreras o envolventes deben fijarse de manera segura y ser de una robustez y durabilidad suficientes para mantener los grados de protección exigidos, con una separación suficiente de las partes activas en las condiciones normales de servicio, teniendo en cuenta las influencias externas.

Este sistema de protección se utiliza de forma habitual en el interior de cuadros eléctricos para proteger las partes activas (figura 39), Suelen emplearse materiales plásticos, metacrilato, policarbonato o similar.



Figura 39. Conexión a interruptor, protegido con metacrilato.

Sobre estas barreras se recomienda colocar la señal de advertencia de riesgo eléctrico.

En el caso de optar por barreras o envolventes que sean metálicas, al considerarse estas como masas, deben estar puestas a tierra desde el punto de vista de la protección frente a los contactos eléctricos indirectos.

Del mismo modo, dado que un cuadro eléctrico tiene la consideración de envolvente, si el cuadro no es de doble aislamiento, debe ser puesto a tierra.

Cuando sea necesario suprimir las barreras, abrir las envolventes o retirar partes de éstas, esto no debe ser posible al cumplir alguna de las actuaciones y medios siguientes:

- Con la ayuda de una llave o de una herramienta. Es muy habitual en la industria encontrar cuadros eléctricos permanentemente abiertos posibilitando, bien que se produzcan contactos directos, bien la entrada de suciedad al cuadro y el mal funcionamiento de los equipos en él instalados.

  No obstante, debe quedar claro que cuando deba retirarse una barrera cuya finalidad sea la de evitar un contacto eléctrico directo, el trabajo se considerará bien como un Trabajo en Tensión en baja tensión o bien como una maniobra, verificación o ensayo aplicando en cada caso las medidas preventivas necesarias (ver apartado 15 sobre Trabajos en instalaciones de Baja Tensión).

  Esta llave no debería, como es habitual, encontrarse sobre el cuadro posibilitando que cualquier trabajador pueda abrirlo, sino que debería estar en manos de electricistas, encargados, etc.

  Los sistemas de apertura no deberían permitir que mediante el empleo de monedas, destornilladores, etc., fuera posible abrir los cuadros eléctricos.

- Después de quitar la tensión de las partes activas protegidas por estas barreras o estas envolventes, no pudiendo ser restablecida la tensión hasta después de volver a colocar las barreras o las envolventes. Existen cuadros eléctricos que, para poder abrirse requieren de una desconexión previa de los circuitos eléctricos del cuadro. Este es un magnífico sistema desde el punto de vista de la prevención de riesgos laborales, sin embargo su operatividad está reducida en la práctica para algunas maniobras de mantenimiento, por lo que resulta habitual encontrarlos inutilizados.

- Si hay interpuesta una segunda barrera que posee como mínimo el grado de protección IP2X o IP XXB, que no pueda ser quitada más que con la ayuda de una llave o de una herramienta y que impida todo contacto con las partes activas.

10.4. Protección por medio de obstáculos

Estos obstáculos están destinados a impedir los contactos fortuitos con las partes activas, pero no los contactos voluntarios mediante un intento deliberado de contornear el obstáculo. Esta medida no garantiza por lo tanto una protección completa y su aplicación se limita, en la práctica, a los locales de servicio eléctrico solo accesibles al personal autorizado.

Los obstáculos pueden ser desmontables sin la ayuda de una herramienta o de una llave; no obstante, deben estar fijados de manera que se impida todo desmontaje involuntario.

10.5. Protección por puesta fuera de alcance por alejamiento

La puesta fuera de alcance por alejamiento está destinada únicamente a impedir los contactos fortuitos con las partes activas.

Esta medida no garantiza una protección completa y su aplicación se limita, en la práctica a los locales de servicio eléctrico solo accesibles al personal autorizado.

Las partes accesibles simultáneamente, que se encuentran a tensiones diferentes no deben encontrarse dentro del volumen de accesibilidad de la persona que pueda tocarlos. Este volumen de accesibilidad se define como el situado alrededor de los emplazamientos en los que pueden permanecer o circular personas, y cuyos límites no pueden ser alcanzados por una mano sin medios auxiliares. Este volumen está limitado conforme a la Figura 40, entendiendo que la altura que limita el volumen es 2,5 m.

En los emplazamientos en que se manipulen corrientemente objetos conductores de gran longitud o voluminosos, las distancias prescritas anteriormente deben aumentarse teniendo en cuenta las dimensiones de estos objetos.

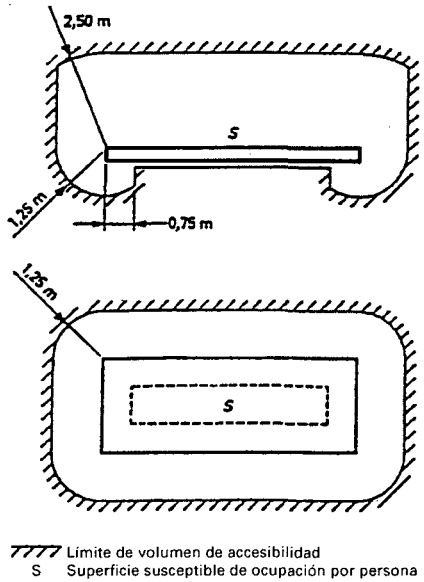


Figura 40. Volumen de accesibilidad.

10.6. Protección complementaria por dispositivos de corriente diferencial-residual (interruptores diferenciales)

Esta medida de protección está destinada solamente a complementar otras medidas de protección contra los contactos directos.

El empleo de interruptores diferenciales, cuya sensibilidad sea inferior o igual a 30 mA, se reconoce como medida de protección complementaria en caso de fallo de otra medida de protección contra los contactos directos o en caso de imprudencia de los usuarios. Un diferencial es una eficaz medida de protección frente a contactos eléctricos directos siempre y cuando el contacto directo se produzca con un único conductor activo. Por el contrario si el contacto se produce simultáneamente, por ejemplo a través de las manos con dos conductores activos, el diferencial no actuará al no detectar ninguna derivación a tierra.

El concepto de sensibilidad de un diferencial se puede definir como el máximo valor de fuga que el diferencial admite sin producir el disparo, es decir, si la sensibilidad del diferencial es de 300 mA, el diferencial no permitirá fugas superiores a ese valor sin abrir el circuito de defecto.

La utilización de los interruptores diferenciales no constituye por sí mismo una medida de protección completa frente a los contactos directos y requiere el empleo de una de las medidas de protección enunciadas en los apartados anteriores.

11. PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS INDIRECTOS

Esta protección se consigue mediante la aplicación de algunas de las medidas siguientes:

1. Muy bajas tensiones de seguridad.
2. Protección por corte automático de la alimentación.
3. Protección por empleo de equipos de la clase II (doble aislamiento).
4. Protección en los locales o emplazamientos no conductores.
5. Protección mediante conexiones equipotenciales locales no conectadas a tierra.
6. Protección por separación eléctrica.

11.1. Muy bajas tensiones de seguridad

Las prescripciones de este sistema de protección frente a contactos eléctricos indirectos se describen en el apartado 10.1 del presente capítulo.

11.2. Protección por corte automático de la alimentación

Debe disponerse de corte automático de la alimentación cuando en caso de defecto, avería, pérdida de aislamiento, etc., puede producirse un efecto peligroso en las personas, debido al valor y duración de la tensión de contacto.

Este sistema de protección pretende que en ningún momento se supere la tensión de contacto límite de 50 V (valor eficaz en corriente alterna) en condiciones normales. En ciertas condiciones no deben superarse los 24 v, por ejemplo en:

- Instalaciones de alumbrado público.
- Locales o emplazamientos conductores.

- Instalaciones provisionales y temporales de obras.
- Etc.

Se describen a continuación los aspectos más significativos que deben reunir los sistemas de protección en función de los distintos esquemas de distribución de la instalación:

11.2.1. Esquemas T

Este sistema de protección utiliza la puesta a tierra de las masas para controlar la tensión de contacto y los dispositivos de protección de máxima corriente o interruptores diferenciales para el control de la intensidad de defecto (Figura 41).

Debe asegurar que se cumplirá la siguiente condición:

$$Rt \times I_d \leq Vc, \text{ donde:}$$

- Rt es la suma de las resistencias de la toma de tierra y de los conductores de protección de masas.

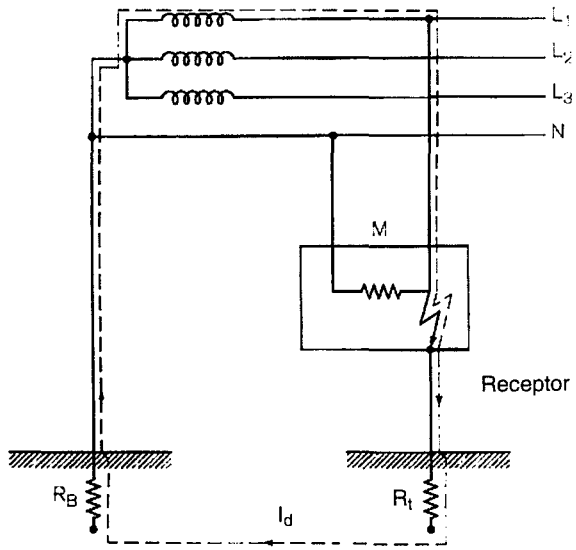


Figura 41. Esquema de defecto a tierra.

- Id es la corriente que asegura el funcionamiento automático del dispositivo de protección. Cuando el dispositivo de protección es un interruptor diferencial, este valor corresponde con su sensibilidad.
- Vc es la tensión de contacto (50 ó 24 v según los casos).

Este esquema de distribución exige que todas las masas de los equipos eléctricos protegidos por un mismo dispositivo de protección, se conecten a los conductores de protección y se unan a una misma toma de tierra.

Suponiendo que el receptor de la Figura 42 sufra una pérdida de aislamiento (en la fase T), al ponerse en contacto esta fase con la carcasa del equipo, ésta quedará en tensión, de tal modo que al tocar la carcasa el trabajador se verá sometido a una diferencia de potencial entre su mano y su pie (Vc, tensión de contacto).

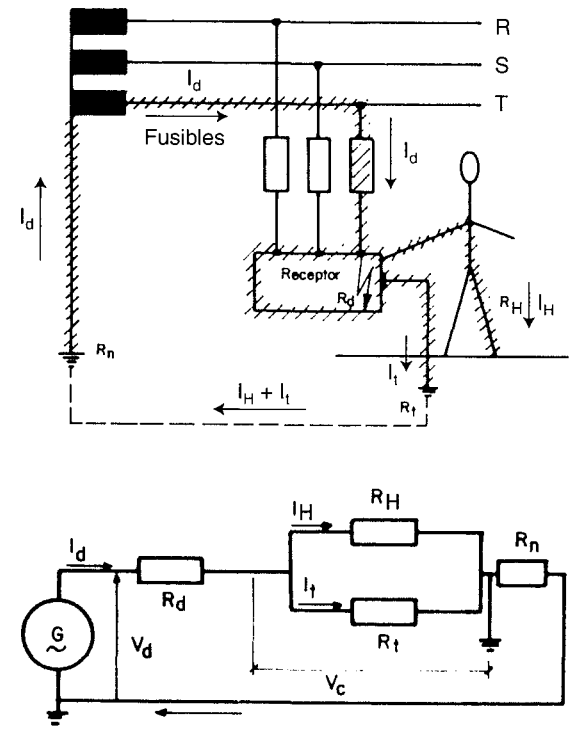


Figura 42. Esquema tipo defecto a tierra. Circuito eléctrico equivalente.

Como consecuencia de esta pérdida de aislamiento en el receptor, se produce un paso de corriente a tierra a través tanto de:

- La puesta a tierra del equipo.
- Como a través del cuerpo humano.

De forma simple se puede decir «que la corriente se divide» entre la puesta a tierra y el cuerpo de la persona accidentada.

Resulta por lo tanto evidente la importancia de la puesta a tierra de los equipos de trabajo ya que en caso de no disponer de ella la corriente de defecto se derivaría a tierra únicamente a través del cuerpo de la persona afectada.

En este circuito:

- Rd = Resistencia de defecto.
- RH = Resistencia de la persona, correspondiente a la resistencia propia del cuerpo humano mas las propias de los contactos con la mano y pies, y la resistencia propia del suelo.
- Rt = Resistencia de la toma de tierra del equipo considerado.
- Rn = Resistencia del neutro del transformador de distribución.
- Vc = Tensión de contacto.
- Vd = Tensión de defecto.

$$Id = IH + It$$

De este esquema se deducen las siguientes expresiones:

$$V_c = I_d \times \frac{R_H \times R_t}{R_H + R_t}$$ Tensión de contacto

$$I_t \times \frac{R_H \times R_t}{R_H + R_t} \times \frac{I_d}{R_t}$$ Intensidad que pasa por la toma de tierra

$$I_H \times \frac{R_H \times R_t}{R_H + R_t} \times \frac{I_d}{R_H}$$ Intensidad que pasa por la persona

El objetivo de este sistema de protección es conseguir que la intensidad que atraviesa el cuerpo humano, I_H, presente un valor lo más reducido posible. Si analizamos estas expresiones observamos que se conseguirá que I_H sea muy pequeña cuanto mas pequeño sea el valor de la resistencia de tierra, Rt, y mayor sea el valor de resistencia del cuerpo humano, R_H. Es decir, interesan valores lo más bajos posibles de la resistencia de tierra de tierra de la instalación y valores lo más elevados posibles de resistencia del trabajador con objeto de que la mayor parte de la corriente de defecto se derive a tierra a través del recorrido que le ofrece una menor resistencia (la puesta a tierra del equipo). El valor de la resistencia del cuerpo humano, R_H, se puede elevar utilizando elementos aislantes, calzado, guantes, alfombras, etc.

Este esquema de distribución admite el empleo de los siguientes dispositivos de protección:

A) Dispositivos de protección de máxima corriente, tales como fusibles e interruptores automáticos. Estos dispositivos solamente son aplicables cuando la Resistencia Rt tiene un valor muy bajo.
B) Dispositivos de protección de corriente diferencial-residual.
C) Dispositivos de corte por tensión de defecto.

A) Dispositivos de protección de máxima corriente. Utilización de Cortacircuitos fusibles e Interruptores magnetotérmicos

Estos dispositivos se caracterizan por que a mayor intensidad de defecto menor tiempo de disparo del dispositivo. En estos dispositivos Ia debe ser la corriente que asegure su funcionamiento automático en un tiempo máximo de 5 s.

Si se observa el circuito de defecto de la Figura 42 se aprecia que la intensidad de defecto Id circula por todo este circuito y por tanto también por las protecciones de los circuitos que alimentan el receptor conectado y que es objeto del defecto, en este caso fusibles. Si esta protección del circuito es un fusible o un interruptor magnetotérmico, este valor de corriente constituirá una sobrecarga de la línea, puesto que el receptor continúa estando en funcionamiento. Bajo la acción de esta sobrecarga se producirá, bien la fusión del fusible o el disparo del interruptor en un tiempo que es función del grado de sobrecarga y de las curvas de disparo de los elementos de protección utilizados.

En la Figura 43 se representa la curva tipo de desconexión de un interruptor magnetotérmico de 70 A de intensidad nominal.

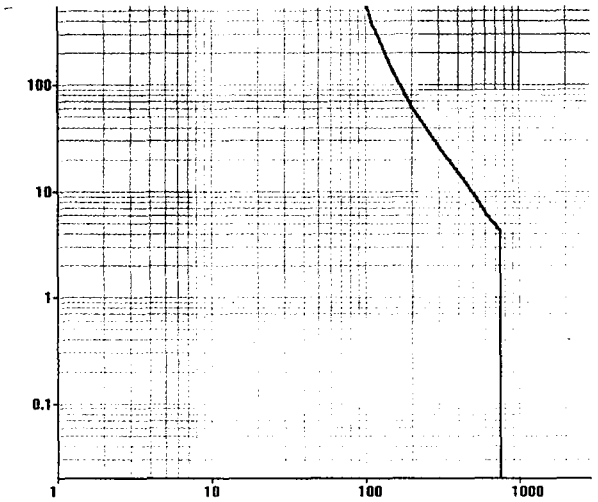


Figura 43. Curva de disparo interruptor.

Este sistema de protección exige que:

- La desconexión se produzca en un tiempo inferior a 5 segundos.
- La intensidad de desconexión del fusible o interruptor magnetotérmico correspondiente a ese tiempo (según su curva tipo de desconexión), y el valor de Rt, de acuerdo con la expresión $Rt \times I_d \leq Vc$,impiden que se superen los valores límites de tensión de contacto (Vc).

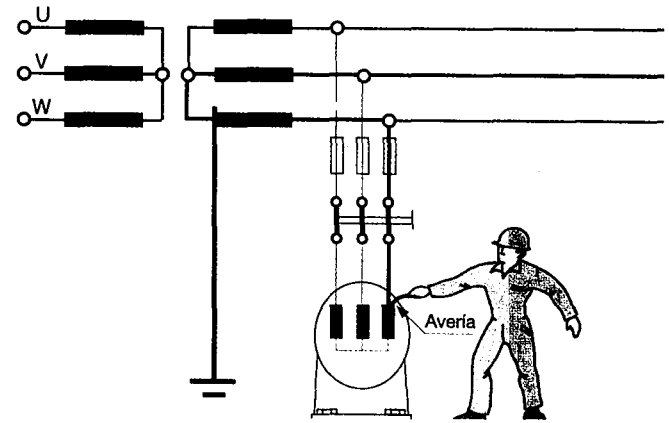
Por tanto interesarán valores de Id altos para que el tiempo de desconexión sea muy bajo ya que tanto los cortacircuitos fusibles como los interruptores magnetotérmicos tienen unas características de desconexión que relacionan la intensidad de desconexión con el tiempo de desconexión (Figura 43).

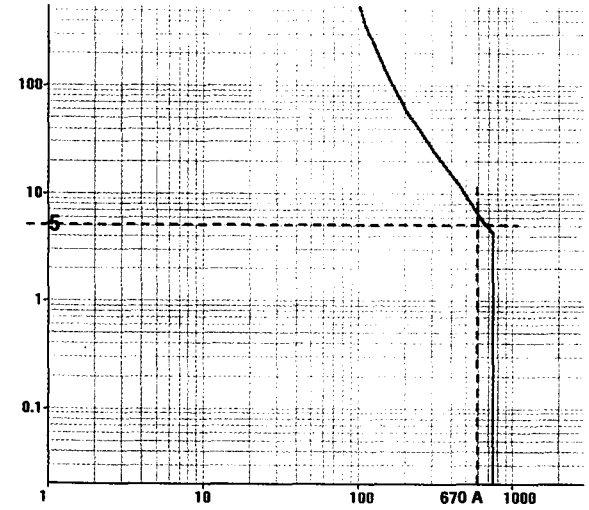
Para conseguir valores de Id altos según se observa en la figura 42 se necesita que Rt presente un valor lo más bajo posible. Sin embargo no hay que confundir que se pretenda alcanzar valores de Intensidad de defecto elevados, Id, con valores de I_H elevados. Al contrario, como ya se ha manifestado anteriormente el objeto de este sistema de protección es que I_H presente valores lo más bajos posibles.

Como se puede apreciar con este sistema de protección no se evita la aparición de la tensión contacto, su función estriba en proporcionar una relación «Intensidad-tiempo» de desconexión que se ajuste a lo

reglamentado, en cuanto a que el dispositivo de corte debe actuar en un tiempo no superior a cinco segundos, y no superarse la tensión de contacto límite cuando se produce un defecto franco a tierra.

Caso práctico: suponiendo que se tenga una máquina de potencia 50 CV alimentada a 380 v. Calcular el valor máximo de resistencia de tierra necesario para que en caso de contacto eléctrico indirecto la tensión de contacto no supere el valor de 24 v.





Curva de disparo de un interruptor magnetotérmico de 70 A.

Dado que:

$$\mathbf{P = V \times I \times \cos} \varphi \text{ (suponiendo } \cos \varphi = 0.8)$$

$$I = 50 \times 745 / \sqrt{3} \times 380 \times 0{,}8$$

$$I = 70 \text{ A.}$$

Si se elige como sistema de protección un interruptor magnetotérmico de 70 A., considerando la situación más desfavorable en la que el interruptor dispare en el máximo tiempo permitido, 5 segundos, para este valor de tiempo la intensidad de defecto según la curva de disparo del interruptor es de 670 A.

Este sistema de protección debe asegurar que se cumpla la siguiente condición:

$$Rt \times I_d \leq Vc$$

Por lo tanto, $Rt \leq Vc/I_d$

$$Rt \leq 24/670 = 0.035\ \Omega$$

Como se puede apreciar, el principal inconveniente de este sistema radica en los valores tan bajos de Rt que resultan necesarios. Técnicamente es muy difícil conseguir y mantener valores de resistencia de tierra adecuados porque son necesarios valores de Rt inferiores a 1 – 2 Ω, con la circunstancia que el valor de Rt depende de las variaciones del estado del terreno. Sin embargo lo realmente complicado no es obtener puntualmente un valor de Rt de 1 ohmio o inferior sino mantenerlo durante toda la vida útil de la instalación.

B) Dispositivos de protección de corriente diferencial-residual (interruptores diferenciales)

Este sistema es especialmente indicado en aquellos casos en que las condiciones del terreno no favorezcan la obtención de valores de resistencia de tierra bajos que permitan la protección a través de la actuación de los cortacircuitos fusibles o de los Interruptores magnetotérmicos.

Este sistema es uno de los más utilizados por la facilidad de su ejecución práctica, no obstante, a pesar de que se argumenta que puede resultar molesto debido al sistema de funcionamiento del interruptor diferencial (Figura 44) ya que detecta valores de intensidades de fuga muy pequeños y puede estar provocando desconexiones continuadas en instalaciones viejas que tengan condiciones de aislamiento deficientes, aún sin llegar al contacto eléctrico indirecto de personas, puede suponer una ventaja para los técnicos de mantenimiento de las empresas a la hora de detectar donde se producen los defectos y las averías.

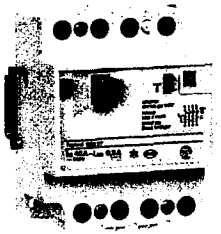


Figura 44. Interruptor diferencial.

Un interruptor diferencial es un dispositivo eléctrico que se intercala en la alimentación de un receptor; este dispositivo está continuamente midiendo la suma vectorial de las corrientes que circulan por los conductores activos (fases y neutro) de un determinado circuito; si el circuito de consumo no tiene fugas a tierra, la suma vectorial de las corrientes es nula, pero si se produce una fuga a tierra o defecto, esta intensidad de fuga desequilibra el campo magnético, creándose un flujo que induce en una bobina (circuito secundario) una corriente que acciona el relé de disparo el cual o bien abre el circuito o señaliza el defecto (Figura 45).

La utilización de interruptores diferenciales permite asegurar que ante fugas a tierra de valores muy bajos, se va a tener tensiones de contacto inferiores a los valores límite.

Los diferenciales deben disparar entre el 50 y el 100% de su sensibilidad, así si el interruptor diferencial tiene una sensibilidad o corriente de disparo de 30 mA., disparará abriendo el circuito cuando se presente una fuga comprendida entre 15 y 30 mA. Sin embargo el diferencial podrá permitir de forma continua fugas de hasta el 50% de su sensibilidad (15 mA) sin dar lugar al disparo.

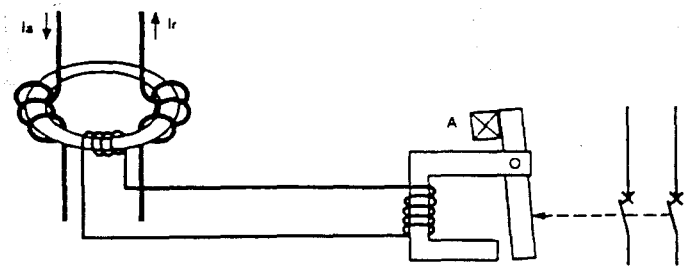


Figura 45. La energía eléctrica elaborada por el toro excita un electroimán cuya parte móvil se mantiene abierta por la acción de un imán permanente (A). Cuando Id alcanza el nivel de funcionamiento del diferencial, la parte móvil cierra el circuito y provoca mecánicamente el disparo del interruptor.

Respecto al tiempo de disparo, un diferencial debe disparar:

- En menos de 0,2 segundos cuando se produzca una fuga de igual valor a su sensibilidad.
- En menos de 0,1 segundos, cuando se produzca una fuga dos veces su sensibilidad.
- En menos de 0,04 segundos, cuando se produzca una fuga diez veces su sensibilidad.

Queda claro que la utilización de dispositivos diferenciales permite que el valor de tierra sea mucho más alto (Tabla 15) que con el empleo

Tabla 15. Máximo valor de la resistencia de tierra para los diferenciales usuales

Sensibilidad del diferencial I_6 (mA)	Resistencia máx. de tierra (Ohm)		
	Tensión de seguridad		
	50 V	24 V	12 V
10	5.000	2.400	1.200
30	1.666	800	400
300	166	80	40
500	100	48	24
1.000	50	24	12
3.000	17	8	4

de fusibles o interruptores automáticos. Esta tabla nos da, al aplicar la Ley de Ohm, los valores de resistencia de tierra máxima admisible en función de la sensibilidad del diferencial y del tipo de emplazamiento en el que deba actuar.

Los interruptores diferenciales se pueden clasificar en función de su corriente de sensibilidad nominal (Tabla 16).

Tabla 16. Tipos de diferenciales por su sensibilidad

Corriente nominal (mA)	Tipo de diferencial
10 mA	Muy alta sensibilidad
30 mA	Alta sensibilidad
300 mA	Media sensibilidad
500 mA, 1000 mA,...	Baja sensibilidad

En instalaciones industriales se suelen utilizar diferenciales de 300 mA. de sensibilidad para los circuitos de fuerza y de 30 mA. para alumbrado, oficinas, etc. En aquellas instalaciones existentes en las que no se cuenta con toma de tierra deben instalarse diferenciales de alta sensibilidad, como mínimo de 30 mA.

Tabla 17. Tiempo de actuación de los interruptores diferenciales

Intensidad de defecto I_D	Tiempo de disparo (s)
$< 0,5\ I_{\Delta N}$	No disparo
$0,5\ I_{\Delta N}$ a $1\ I_{\Delta N}$	Disparo en tiempo nominal
$I_{\Delta N}$	0,2
$2\ I_{\Delta N}$	0,1
(Para sensibilidades de 30 mA o inferiores) $10\ I_{\Delta N}$	0,003

Como ya se ha manifestado, el interruptor diferencial presenta una ventaja muy importante respecto a otros sistemas, ésta es su tiempo de desconexión (Tabla 17). Ante un defecto, el diferencial abre el circuito en un tiempo muy rápido, inferior a 200 ms, con lo que nos está limitando las posibles consecuencias de la intensidad de contacto que atraviesa el cuerpo humano al limitar el tiempo de exposición al paso de la corriente eléctrica.

Es este uno de los aspectos que han propiciado la masiva utilización de los interruptores diferenciales como sistema de protección frente a contactos eléctricos indirectos, su tiempo de respuesta y por supuesto su sencillez a la hora de utilizarlo como sistema de protección. La experiencia demuestra que si se efectúa una comprobación de la intensidad de disparo de un diferencial de 30 mA. mediante un comprobador de instalaciones eléctricas, los valores habituales de respuesta del diferencial oscilarán en torno a los parámetros siguientes:

- Tiempo de disparo, 15 ms.
- Tensiones de contacto, 2 v.

Si se llevan estos valores a la figura que nos permite determinar la gravedad de un accidente eléctrico se verá que se encuentra en la Zona AC2 en la que habitualmente no se produce ningún efecto fisiológico peligroso (Figura 46).

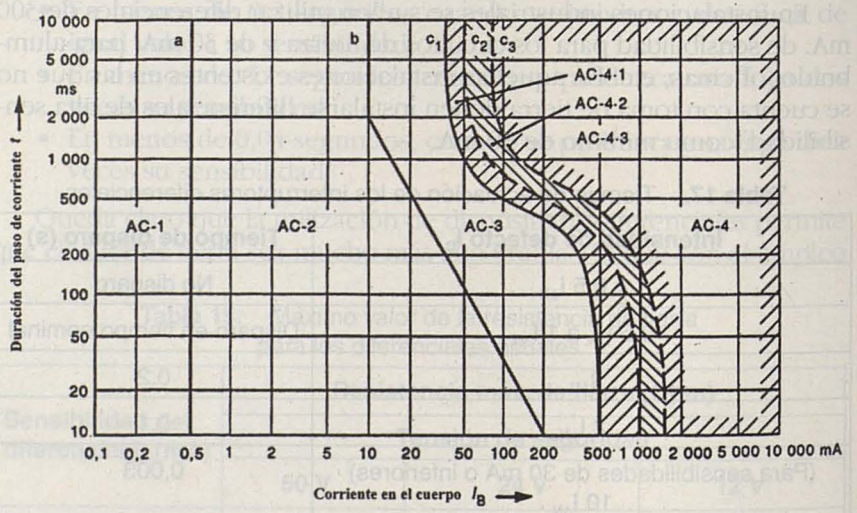


Figura 46

No siempre el anillo toroidal que detecta la fuga se encuentra dentro del cuerpo del diferencial (Figuras 47 y 48). Para consumos superiores a unos 100 amperios el toroidal (que es el captador de la intensidad de defecto) está separado del relé electromagnético ya que al aumentar el consumo se necesitan cables de diámetro mayor que no pueden pasar por los núcleos de los toroidales de las unidades compactas.

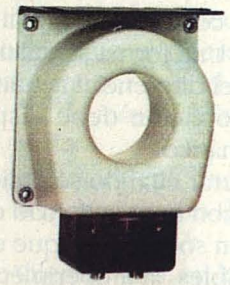


Figura 47. Anillo toroidal.

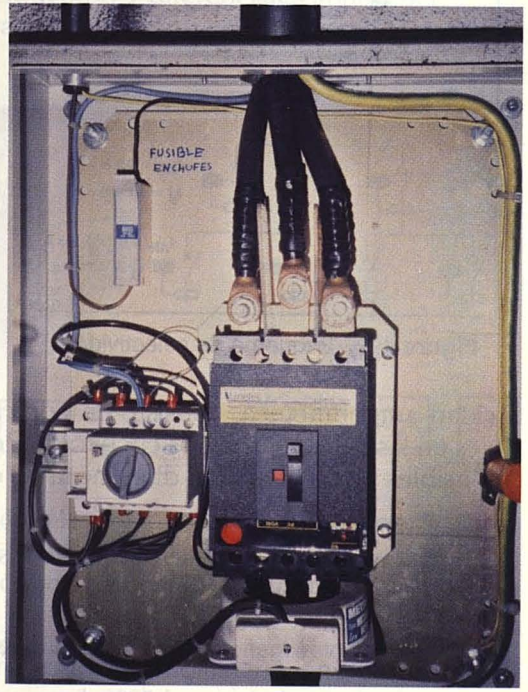


Figura 48. Conjunto de sistema diferencial.

En estos casos el diferencial detecta la fuga pero quien realmente efectúa la apertura del circuito es el interruptor automático.

Debe incidirse en que el toroidal (1) debe estar conectado al relé; en algunas ocasiones esta conexión se anula, con lo cual se neutraliza la efectividad del sistema. Una forma sencilla es efectuar la comprobación manual de disparo del diferencial actuando sobre su pulsador de prueba, ante esta comprobación debe disparar tanto el diferencial como el interruptor automático.

Otro aspecto a considerar cuando se utilicen interruptores diferenciales será el relacionado con la selectividad de disparo de los mismos. A modo de información tan sólo indicar que existen dos criterios de selectividad, ambas compatibles, la amperimétrica y la cronométrica (Figura 49).

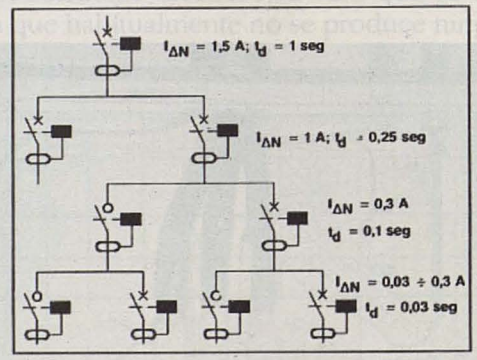


Figura 49. Esquema de selectividad.

1. La selectividad amperimétrica, consiste en colocar diferenciales menos sensibles en las cabeceras de los circuitos e ir colocando diferenciales más sensibles aguas abajo del diferencial de cabecera, por ejemplo:

- de 500 mA, en el cuadro general y cabecera de instalación;
- de 300 mA en los de distribución;
- y de 30 mA en los auxiliares.

Esta selectividad puede tener limitaciones ya que como se ha visto los diferenciales permiten fugas de hasta el 50% de su sensibilidad sin disparar. Por ello la suma de pequeñas fugas que no provocan el disparo del diferencial podrían provocar el disparo de diferenciales situados aguas arriba del que por selectividad debería disparar en primer lugar.

2. La selectividad cronométrica hace referencia a utilizar interruptores incluso de la misma intensidad de defecto, pero con un tiempo de disparo distinto, de tal forma que el diferencial del cuadro auxiliar tenga un tiempo de disparo menor que el del cuadro situado aguas arriba y que, a su vez, éste tarde más en saltar que el general que será el más retardado.

Esta selectividad cronométrica tiene una limitación: cualquier circuito debe estar protegido al menos por un diferencial que tenga el disparo limitado a 200 ms.

Respecto a los tipos de diferenciales, en la actualidad, se dispone en el mercado de diferenciales protegidos contra disparos intempestivos, contra corrientes de defecto alterna y continua pulsante, diferenciales de funcionamiento selectivo con posibilidad de regulación tanto en intensidad como en tiempo y diferenciales antitormenta (G). Se reconocen por los anagramas que llevan grabados en su superficie (Figura 50).

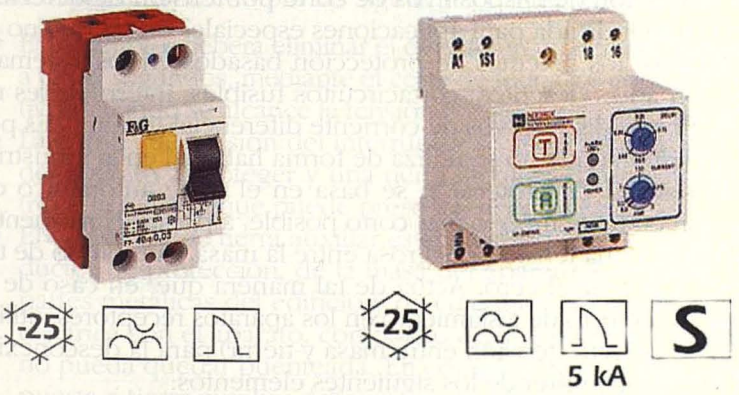


Figura 50. Tipos de diferenciales.

Con miras a la selectividad pueden instalarse dispositivos de corriente diferencial-residual temporizada (por ejemplo del tipo «S») en serie con dispositivos de protección diferencial-residual de tipo general, con un tiempo de funcionamiento como máximo igual a 1 s.

Respecto a los diferenciales de funcionamiento selectivo con posibilidad de regulación tanto en intensidad como en tiempo, debe quedar en manos de personal capacitado la modificación de sus parámetros de funcionamiento. No debe olvidarse que basta simplemente con un destornillador para modificar la sensibilidad y tiempo de respuesta del diferencial. Una modificación inadecuada de estos parámetros puede considerarse como un Defecto Grave que podría causar la muerte de un trabajador en caso de contacto indirecto.

C) Dispositivos de corte por tensión de defecto

La utilización de Dispositivos de corte por tensión de defecto (Figura 51) está indicada para aplicaciones especiales en las que no puedan utilizarse los sistemas de protección basados en los sistemas de protección antes descritos, cortacircuitos fusibles, interruptores magnetotérmicos y dispositivos de corriente diferencial residual. Es por lo tanto un sistema que no se utiliza de forma habitual en la industria.

Este sistema de protección se basa en el corte automático de la instalación en un tiempo lo mas corto posible, a partir del momento en que aparezca una tensión peligrosa entre la masa y un punto de tierra que está a potencial cero. Actúa de tal manera que, en caso de presentarse un defecto de aislamiento en los aparatos receptores, utiliza la tensión de defecto (tensión entre masa y tierra) para la desconexión.

El sistema comprende los siguientes elementos:

- Interruptor de protección con bobina de tensión (1).
- Conductor de protección (2).
- Conductor de tierra auxiliar (3).
- Toma de tierra auxiliar del interruptor (4).
- Dispositivo de control del sistema de protección (5).

La bobina de tensión debe accionar el interruptor de protección desconectando todos los conductores activos, en el tiempo mas corto posible a partir del momento en que se alcance la tensión de seguridad (U) entre las masas a proteger y tierra a potencial cero.

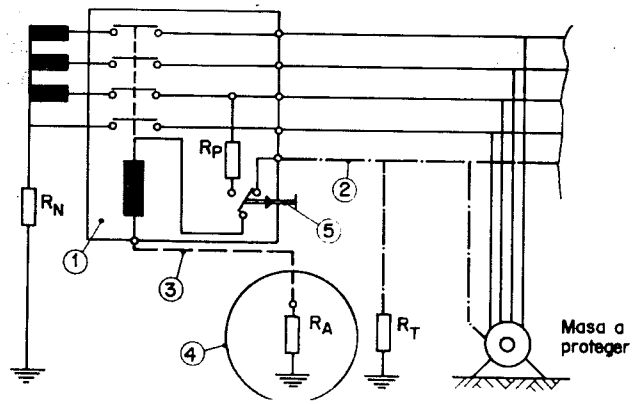


Figura 51. Esquema tipo. Puesta a tierra con dispositivo de corte por Tensión de defecto.

Este sistema debe cumplir las siguientes condiciones:

- El interruptor deberá eliminar el defecto en un tiempo no superior a cinco segundos, mediante el corte de todos los conductores activos, cuando se alcance la tensión considerada como peligrosa.
- La bobina de tensión del interruptor se conectará entre la masa del aparato a proteger y una tierra auxiliar, con objeto de controlar la tensión que puede presentarse entre éstas.
- El conductor de tierra auxiliar estará aislado con relación al conductor de protección, de la masa del aparato a proteger, de las partes metálicas del edificio y de cualquier estructura en unión eléctrica con el aparato, con objeto de que la bobina de tensión no pueda quedar puenteada. En consecuencia, el conductor de puesta a tierra auxiliar debe ser un conductor aislado.
- El conductor de protección no debe entrar en contacto con partes conductoras distintas de las masas de los aparatos eléctricos a proteger, cuyos conductores de alimentación, quedarán fuera de servicio, al actuar el interruptor en caso de defecto.

  En todos los casos, el conductor de protección será un conductor aislado.

- Los conductores, tanto el de protección como el de puesta a tierra auxiliar, estarán protegidos contra posibles daños de tipo mecánico, por medio de un revestimiento protector adecuado.

- Cuando las masas de varios aparatos estén conectadas a un solo interruptor de protección, existiendo entre estos aparatos alguno unido a una buena toma de tierra, equivalente a una tierra de protección, la sección del conductor de protección debe ser, por lo menos, igual a la mitad de la sección correspondiente a los conductores de alimentación del aparato que los tenga de mayor sección.
- La toma de tierra auxiliar será eléctricamente distinta a cualquier otra toma de tierra. Como aún en el caso de no haberse conectado expresamente a tierra las masas a proteger, pueden encontrarse unidas eléctricamente a un elemento de la construcción y ésta a tierra, es necesario, en este caso, establecer la tierra auxiliar a una distancia suficientemente grande de todo el sistema metálico enterrado en la construcción, que constituye de hecho una puesta a tierra de las masas. Cuando las construcciones son metálicas, o abundan en ellas los elementos metálicos, las distancias necesarias entre la toma de tierra auxiliar y la construcción puede ser frecuentemente superior a 50 metros, por lo que, para solucionar esta dificultad, deberá recurrirse al aislamiento de las masas con relación a tierra.

11.2.2. Esquemas IT

Todas las redes eléctricas presentan una impedancia con respecto a tierra. Esta impedancia es el resultado de las capacidades y resistencias de aislamiento uniformemente repartidas en toda la longitud de los cables. Cada conductor de fase (R, S y T) posee, con relación a tierra, una capacidad y una resistencia uniformemente repartida (Figura 52). Su valor representa el aislamiento de la red. Este esquema equivale a otro que disponga de tres impedancias puntuales (Figura 53) y este a su vez es equivalente a otro que disponga de una única impedancia colocada entre el neutro y tierra (Figuras 54 y 55).

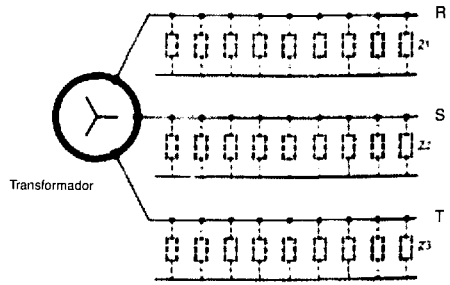


Figura 52. Impedancias uniformemente repartidas de los cables.

Esquemas ficticios equivalentes

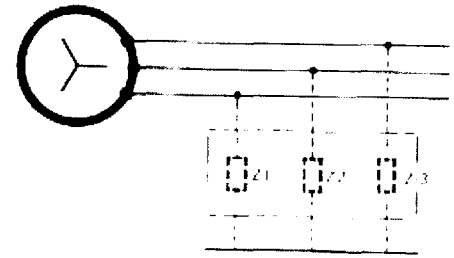


Figura 53. 3 impedancias puntuales.

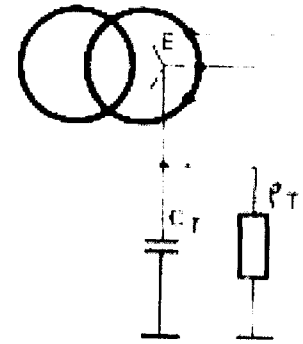


Figura 54. Circuito equivalente.

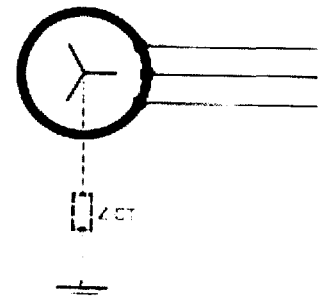


Figura 55. 1 impedancia trasladada entre neutro y tierra.

El hecho de que se utilice esta impedancia implica que aunque utilicemos un esquema de distribución tipo IT, con neutro aislado de tierra, este aislamiento no es total.

Por ejemplo, dada una red trifásica de cables de 1 km de longitud de capacidad repartida 0,3 micro F/km y resistencia de aislamiento repartida 10 MΩ /km, y suponiendo una red equilibrada, se tendrá:

Z1 = Z2 = Z3.
ρ_T = 3,33 MΩ.
C_T = 3C1= 0,9 micro F.
Z_{CT} = 1/(C_T w) = 3540 Ω (Z_{CT} es la impedancia de aislamiento de esta red).

En el caso de un defecto simple fase-masa (Figura 56), circulará una corriente de defecto Id, cuyo valor es:

$$Id = E/Z_{CT}$$

Suponiendo un valor de resistencia de tierra Rt = 10 Ω, la elevación del potencial de las masas será:

$$Vc = Id \times Rt = (E/Z_{CT}) \times Rt = 0{,}62 \text{ v},$$

que es un potencial inofensivo.

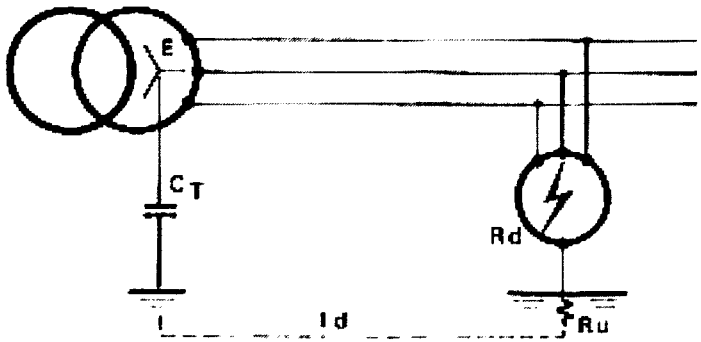


Figura 56. Circuito de defecto.

Los valores de Vc que se pueden generar disminuyen a medida que nos acercamos al centro de transformación ya que la capacidad uniformemente repartida de cada conductor de fase depende de su longitud, disminuyendo la capacidad al hacerlo la longitud, aspecto que deberá tenerse en cuenta si se desea utilizar este sistema de protección, ya que debe garantizarse que la distancia del previsible contacto hasta el centro de transformación no es tal que la Z_{CT} adquiera un valor tan bajo que la Vc supere los 50 v. en locales secos o los 24 v en húmedos.

Por lo tanto en las redes de Baja Tensión con neutro aislado o impedante, no es necesario prever ningún dispositivo de desconexión al producirse un defecto simple. Sin embargo conviene localizar dicho defecto ya que si bien parece en principio difícil que se produzcan dos defectos de aislamiento simultáneos, resulta muy probable que, una vez producido el primero, se produzca el segundo defecto.

A partir de este primer defecto, las condiciones de los aislamientos de los distintos receptores conectados a la red pueden empeorar y dar lugar a la aparición de un segundo defecto. En estas condiciones (primer defecto) todo el conjunto de la instalación queda sometido a otro sistema de tensiones simples por lo que se pueden ver afectadas por ejemplo, las condiciones de aislamiento de las fases del transformador de distribución.

En el caso de un defecto doble (Figura 57), si R_{d1} es la resistencia entre una fase y masa, y R_{d2} la resistencia entre otra fase y tierra. En la toma de tierra Rt de las masas circulará una corriente Id, de valor:

$$Id = \frac{E\sqrt{3}}{Rd1 + Rd2 + Ru} \text{ y } Vc = Id \times Ru$$

o sea

$$Vc = \frac{E\sqrt{3}}{Rd1 + Rd2 + Ru} \times Ru$$

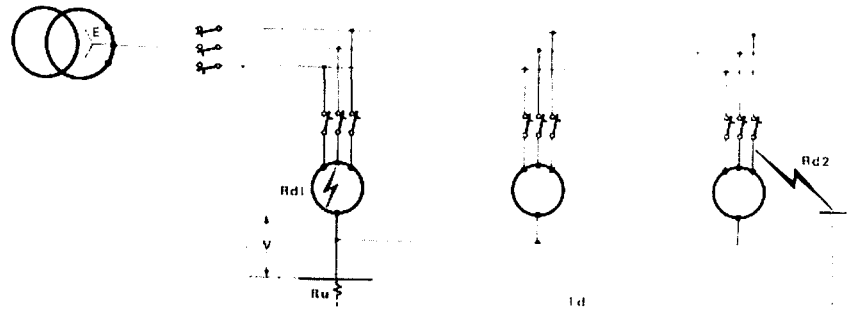


Figura 57

Si los defectos son francos: Rd1 = Rd2 = O Ω y por lo tanto Vc = 380 Voltios. Es decir, en caso de defecto doble, la masa puede alcanzar un potencial mortal.

Por lo tanto, es indispensable prever un dispositivo de desconexión, en el caso de defecto doble. Además, también es obligatorio utilizar un limitador de sobretensión (Figura 58) en el caso de una red de Baja Tensión alimentada por un transformador privado AT/BT, si el neutro, del lado de Baja Tensión no está conectado directamente a tierra. Suponiendo, en efecto, que se produzca una descarga entre los arrollamientos de Alta Tensión y los de Baja Tensión de un transformador, el limitador de sobretensión la descargará a través suyo, y protegerá así la red de Baja Tensión de las sobretensiones producidas. Este limitador debe poder soportar, sin ningún deterioro, la corriente de cortocircuito de baja tensión, durante la duración del corte del disyuntor.

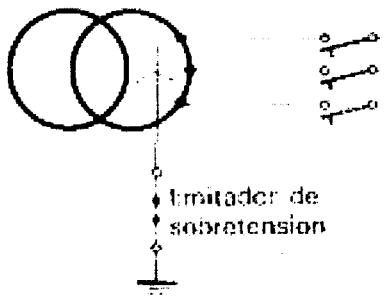


Figura 58

En el esquema IT, la instalación debe estar aislada de tierra o conectada a tierra a través de una impedancia de valor suficientemente alto (figuras 59), como para que la intensidad resultante de un primer defecto fase-masa o fase-tierra, tenga un valor lo suficientemente reducido como para no provocar la aparición de tensiones de contacto peligrosas.

Esta conexión se efectúa bien sea en el punto neutro de la instalación, si está montada en estrella, o en un punto neutro artificial.

En este sistema deben cumplirse las siguientes condiciones:

- Las masas deben conectarse a tierra, bien sea individualmente o por grupos.

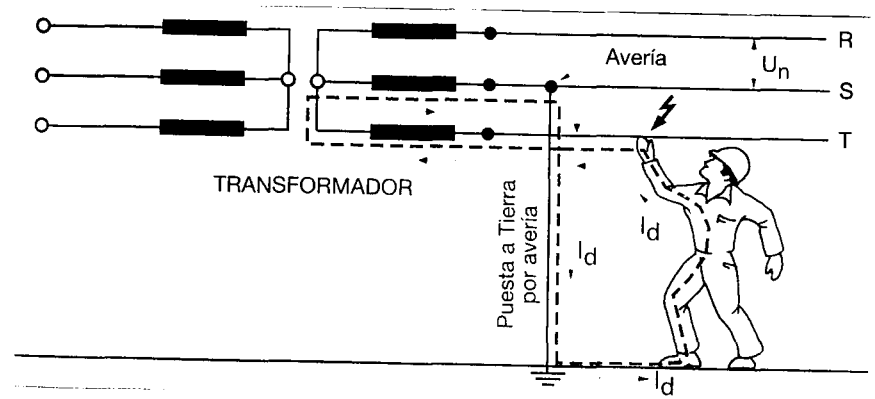


Figura 59

- $Rt \times I_d \leq Vc$, donde:
  - Rt es la suma de las resistencias de toma de tierra y de los conductores de protección de las masas.
  - I_d es la corriente de defecto en caso de un primer defecto franco entre un conductor de fase y una masa.
  - Vc es la tensión de contacto límite convencional (50, 24v u otras, según los casos).

Este esquema de distribución permite la utilización de los siguientes dispositivos de protección:

- Controladores permanentes de aislamiento.
- Dispositivos de protección de máxima corriente, tales como fusibles o interruptores automáticos.
- Interruptores diferenciales.

Controladores permanentes de aislamiento

Debe instalarse un equipo que controle el aislamiento global y que active una señal acústica o visual para indicar la existencia de un primer defecto de una parte activa a masa o a tierra (defecto simple) y un limitador de sobretensión entre el neutro de Baja Tensión del transformador y tierra (Figura 60).

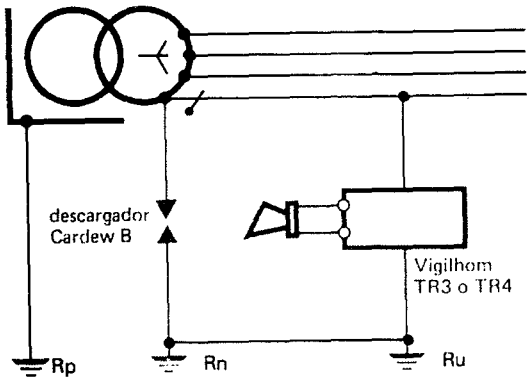


Figura 60. Esquema con controlador de aislamiento.

Además, debe también instalarse un equipo que permita la localización del defecto para poder repararlo lo antes posible para evitar de este modo la desconexión en caso de producirse un segundo defecto (defecto doble).

Este equipo dispone de un generador que inyecta una frecuencia muy baja (10 Hz) entre la red y tierra (Figura 61).

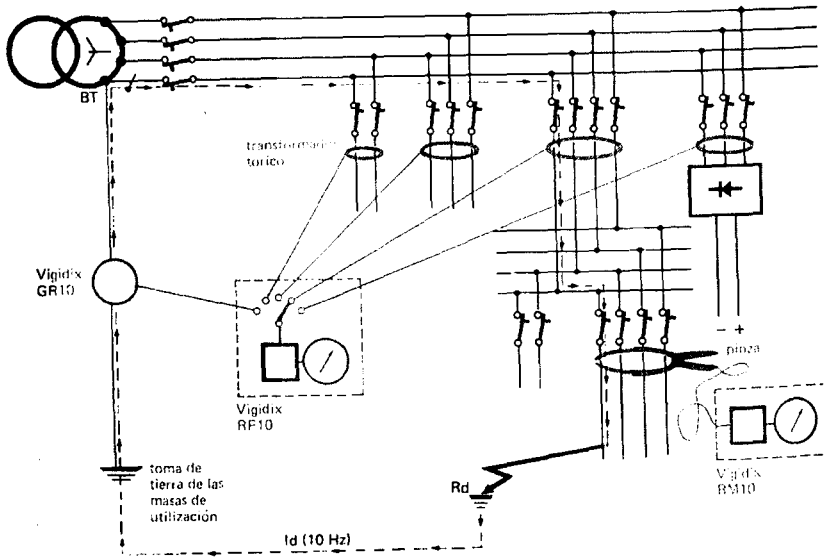


Figura 61. Esquema con controladores de aislamiento.

Después de la aparición de un primer defecto, las condiciones de interrupción de la alimentación en un segundo defecto deben ser las siguientes:

- Cuando las masas se pongan a tierra por grupos o individualmente, se deben aplicar las condiciones de protección del esquema de distribución TT (salvo que el neutro no debe ponerse a tierra).
- Cuando las masas estén interconectadas mediante un conductor de protección, colectivamente a tierra, se aplican las condiciones del esquema TN, con protección mediante un dispositivo contra sobreintensidades de forma que se cumplan las condiciones siguientes:

a) si el neutro no esta distribuido: $2 \times Z_s \times I_a \leq U$
b) si el neutro esta distribuido: $2 \times Z_s' \times I_a \leq U_0$

donde:

- Z_s es la impedancia del bucle de defecto constituido por el conductor de fase y el conductor de protección.
- Z_s' es la impedancia del bucle de defecto constituido por el conductor neutro, el conductor de protección y el de fase.
- I_a es la corriente que garantiza el funcionamiento del dispositivo de protección de la instalación en un tiempo t, según la Tabla 17.
- U es la tensión entre fases, valor eficaz en corriente alterna.
- U_0 es la tensión entre fase y neutro, valor eficaz en corriente alterna.

Tabla 17

Tensión nominal de la instalación (U_0/U)	Tiempo de interrupción (s)	
	Neutro no distribuido	Neutro distribuido
230/400	0,4	0,8
400/690	0,2	0,4
580/1000	0,1	0,2

Si no es posible utilizar dispositivos de protección contra sobreintensidades, tales como fusibles o interruptores automáticos de forma que se cumpla lo anterior, se utilizarán interruptores diferenciales (Figura 62) para cada aparato de utilización o se realizará una conexión equipotencial complementaria.

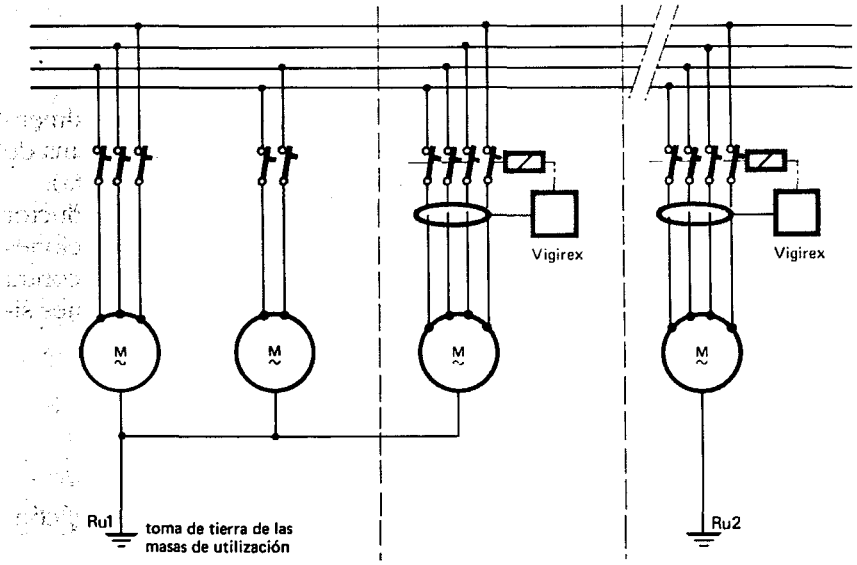


Figura 62. Esquema de conexión equipotencial y diferencial.

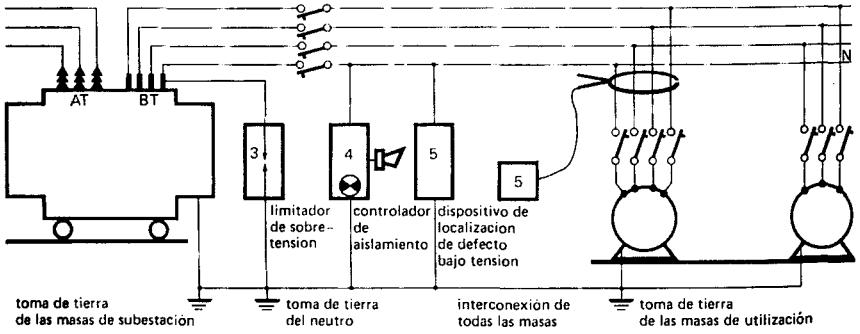


Figura 63. Esquema de conexión con controlador de aislamiento.

Cuando aparece un defecto de aislamiento en una salida, se genera una corriente de fuga que pasa a tierra, esta corriente se detecta con la ayuda de una pinza amperimétrica, o de transformadores tóricos, instalados sobre las distintas salidas.

Este sistema presenta respecto a otros sistemas de protección la ventaja de que la desconexión es obligatoria únicamente cuando aparezca el defecto doble ya que con el primer defecto las masas alcanzan un potencial inofensivo. Además se pueden detectar con antelación los defectos que se están fraguando, se controla con facilidad el aislamiento del neutro y permite la localización del primer defecto sin necesidad de la apertura de los circuitos que protege (a diferencia del funcionamiento de fusibles, magnetotérmicos y diferenciales). Como inconveniente la necesidad de instalar un limitador de sobretensiones en la salida del transformador de la empresa.

11.2.3. Esquema TN

En un esquema de distribución TN (Figura 64) Las características de los dispositivos de protección y las secciones de los conductores se eligen de manera que, si se produce en un lugar cualquiera un fallo, de impedancia despreciable, entre un conductor de fase y el conductor de protección o una masa, el corte automático se efectúe en un tiempo igual, como máximo, al valor especificado en la Tabla 18 y se cumpla la siguiente condición:

$$Zs \times Ia \leq U_o$$

donde

- Zs es la impedancia del bucle de defecto, incluyendo la de la fuente, la del conductor activo hasta el punto de defecto y la del conductor de protección, desde el punto de defecto hasta la fuente.

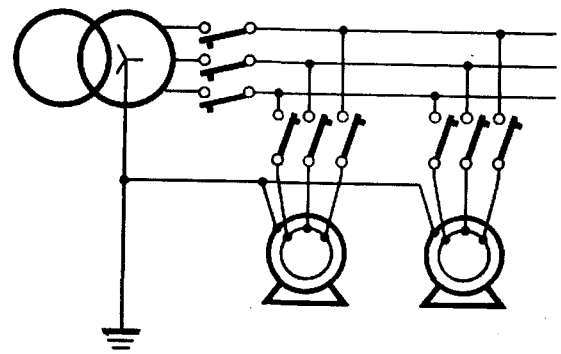


Figura 64. Esquema de conexión TN.

- Ia es la corriente que asegura el funcionamiento del dispositivo de corte automático en un tiempo como máximo igual al definido en la Tabla 18 para tensión nominal igual a U_O. En caso de utilización de un interruptor diferencial, Ia es su sensibilidad.
- U_O es la tensión nominal entre fase y tierra.

Tabla 18

U_O (V)	Tiempos de interrupción (s)
230	0,4
400	0,2
> 400	0,1

En el esquema TN pueden utilizarse los dispositivos de protección siguientes:

- Dispositivos de protección de máxima corriente, tales como fusibles o interruptores automáticos. El diseño del sistema de protección debe efectuarse tal y como se ha desarrollado en el apartado sobre protección contra contactos indirectos para los esquemas de distribución TT.
- Interruptores diferenciales con la reserva de que:

– Cuando el conductor neutro y el conductor de protección sean comunes, esquemas TN-C (Figura 65), no podrá utilizarse este sistema de protección.

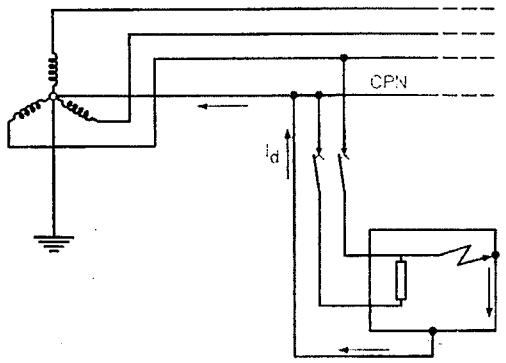


Figura 65. Esquema TN-C.

– En esquemas TN-C-S (Figura 66) la conexión del conductor de protección al conductor CPN debe efectuarse aguas arriba del interruptor diferencial.

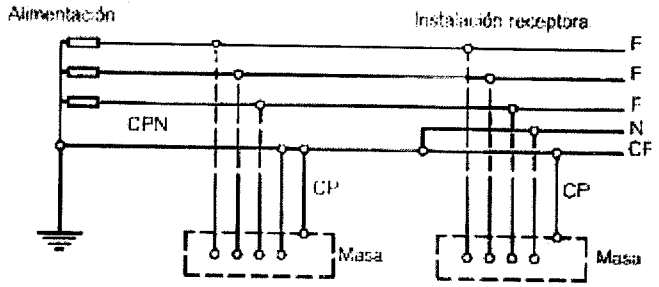


Figura 66. Esquema TN-C-S.

Este sistema de protección exige efectuar el cálculo de las impedancias del circuito así como las comprobaciones de los umbrales y tiempos de funcionamiento de las protecciones contra sobreintensidades utilizadas como elementos de corte. Hay que tener en cuenta que un error en estos cálculos podría generar que se produjeran corrientes de defecto inferiores a la corriente de disparo de las protecciones lo que motivaría que ante un defecto estas protecciones no actuaran.

11.3. Protección por empleo de equipos de la clase II o por aislamiento equivalente

Se asegura la protección frente a contactos eléctricos indirectos mediante:

- La utilización de equipos con un aislamiento doble o reforzado (clase II).
- La utilización de conjuntos de aparamenta construidos en fábrica y que posean aislamiento equivalente (doble o reforzado).
- Aislamientos complementarios que recubran los materiales eléctricos que posean únicamente un aislamiento principal. Este aislamiento garantiza una seguridad equivalente a la de los materiales conformes al doble aislamiento. Debe indicarse de manera visible tanto en el exterior como en el interior de la envolvente el símbolo de la Figura 67.



Figura 67. Equipo de doble aislamiento.

- Aislamientos reforzados montados en el curso de la instalación eléctrica y que aíslen las partes activas descubiertas. Admisible únicamente cuando por construcción no sea posible la utilización de un doble aislamiento. Este aislamiento garantiza una seguridad equivalente a la de los materiales conformes al doble aislamiento.

11.4. Protección en los locales o emplazamientos no conductores

Esta medida de protección está destinada a impedir en caso de fallo del aislamiento principal de las partes activas, el contacto simultáneo con partes que pueden ser puestas a tensiones diferentes (Figuras 68 y 69). Se admite la utilización de materiales de la clase 0 a condición que se respete el conjunto de las condiciones siguientes:

- Las masas deben estar dispuestas de manera que, en condiciones normales, las personas no hagan contacto simultáneo: bien con dos masas, bien con una masa y cualquier elemento conductor, si estos elementos pueden encontrarse a tensiones diferentes en caso de un fallo del aislamiento principal de las partes activas.

- En estos locales no debe estar previsto ningún conductor de protección.
- Las condiciones descritas se consideran satisfechas si el emplazamiento posee paredes aislantes y si se cumplen una o varias de las condiciones siguientes:

a) Alejamiento respectivo de las masas y de los elementos conductores, así como de las masas entre sí. Este alejamiento se considera suficiente si la distancia entre dos elementos es de 2 m como mínimo, pudiendo ser reducida esta distancia a 1,25 m por fuera del volumen de accesibilidad.

b) Interposición de obstáculos eficaces entre las masas o entre las masas y los elementos conductores. Estos obstáculos son considerados suficientemente eficaces si dejan la distancia a franquear en los valores indicados en el punto a). No deben conectarse ni a tierra ni a las masas y, en la medida de lo posible, deben ser de material aislante.

c) Aislamiento o disposición aislada de los elementos conductores. El aislamiento debe tener una rigidez mecánica suficiente y poder soportar una tensión de ensayo de un mínimo de 2.000 V. La corriente de fuga no debe ser superior a 1 mA. en las condiciones normales de empleo.

Las figuras siguientes contienen ejemplos explicativos de las disposiciones anteriores.

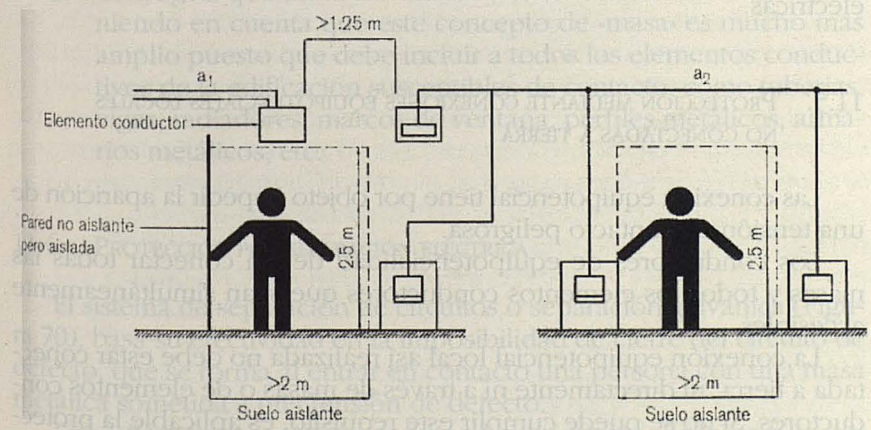


Figura 68. Aplicación de distancias en locales.

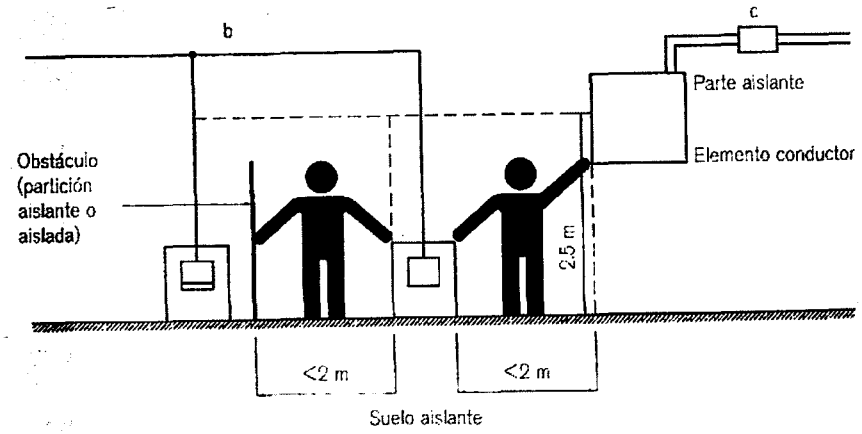


Figura 69. Aplicación de distancias en locales.

Las paredes y suelos aislantes deben presentar una resistencia no inferior a:

- 50 kΩ, si la tensión nominal de la instalación no es superior a 500 V; y
- 100 kΩ , si la tensión nominal de la instalación es superior a 500 V.

Si la resistencia no es superior o igual, en todo punto, al valor prescrito, estas paredes y suelos se considerarán como elementos conductores desde el punto de vista de la protección contra las descargas eléctricas.

11.5. Protección mediante conexiones equipotenciales locales no conectadas a tierra

Las conexión equipotencial tiene por objeto impedir la aparición de una tensión de contacto peligrosa.

Los conductores de equipotencialidad deben conectar todas las masas y todos los elementos conductores que sean simultáneamente accesibles.

La conexión equipotencial local así realizada no debe estar conectada a tierra, ni directamente ni a través de masas o de elementos conductores. Si no se puede cumplir este requisito, es aplicable la protección mediante interrupción automática de la alimentación.

Como su nombre indica el establecer una conexión equipotencial, supone igualar las tensiones existentes entre dos masas distintas. Si estas masas son accesibles simultáneamente, y están unidas equipotencialmente a través de un conductor de protección de sección adecuada, cuando se produzca un defecto en una de las masas, la tensión a que quedarán las masas respecto a tierra será la misma por tanto si se establece contacto entre ellas no habrá paso de corriente aún cuando se cierre el circuito de defecto.

Esto que parece tan lógico y sencillo conlleva bastantes problemas de índole práctico que condicionan mucho su aplicación, siendo recomendable en zonas poco extensas y cuando por ningún otro procedimiento podemos asegurar la protección.

Algunas de las dificultades mas importantes son:

1.º Conseguir que efectivamente entre dos masas no exista diferencia de potencial. Las dificultades estriban en la impedancia de las líneas y las conexiones que no son despreciables y pueden dar lugar a diferencias de potencial entre masas.
2.º Conseguir un buen aislamiento del sistema respecto a tierra para que no se cierre el circuito de defecto por este lado, o bien en el caso que no sea posible conectar equipotencialmente el suelo, al conjunto, pensemos en las dificultades prácticas de hacer esta conexión con bajas impedancias en un suelo normal de terrazo por ejemplo o cualquier otro material.
3.º Conseguir que todas las «masas», estén conectadas entre sí, teniendo en cuenta que este concepto de «masa» es mucho mas amplio puesto que debe incluir a todos los elementos conductivos de la edificación susceptibles de contacto, como tuberías, vigas, radiadores, marcos de ventana, perfiles metálicos, armarios metálicos, etc.

11.6. Protección por separación eléctrica

El sistema de separación de circuitos o separación galvánica (Figura 70), basa su efectividad en la imposibilidad de cierre del circuito de defecto, que se forma al entrar en contacto una persona con una masa metálica sometida a una tensión de defecto.

Este efecto se consigue mediante la separación de la red de alimentación, de la red de utilización.

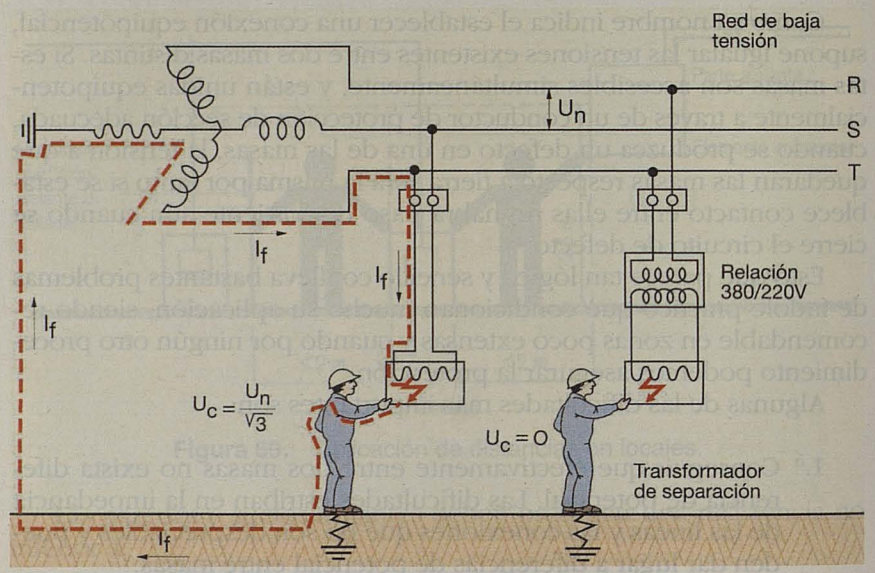


Figura 70. Esquemas de defectos sin y con separación eléctrica.

Para conseguir la separación de las redes de alimentación y de utilización, se pueden utilizar Transformadores separadores (Figura 71), o grupos motor-generador (grupos convertidores).

Si por ejemplo se produce un defecto en el primer receptor al estar el neutro del transformador puesto a tierra, el trabajador queda sometido a la tensión de defecto (220 v según se observa en la Figura 70). A diferencia de este primer supuesto, en caso de defecto en el segundo receptor (receptor alimentado mediante un transformador separador de circuitos), no se cierra el circuito de defecto puesto que la corriente de defecto tendería a cerrarse por el neutro del transformador de distribución y a través del transformador, pero como el transformador separador de circuitos no presenta continuidad eléctrica entre el primario y el secundario del transformador (al estar la red de alimentación separada eléctricamente de la red de utilización) este transformador impide que se cierre el circuito.

Esta medida, de modo similar al sistema IT, sirve para el primer defecto ya que si la red de utilización está referenciada a tierra por otro defecto anterior, puede cerrarse el circuito a través de esta primera referencia.

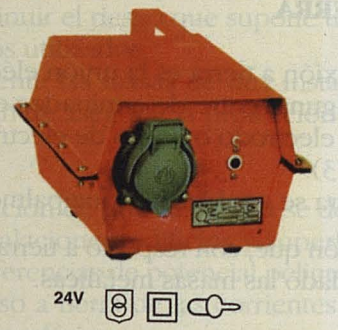


Figura 71. Transformador separador de circuitos.

Los transformadores separadores suelen tener una relación de transformación de 380/220 v ó 220/220 v. Por lo tanto, estos transformadores no obtienen muy bajas tensiones. No obstante, cuando se utiliza como medida de protección el empleo de estas bajas tensiones de seguridad deben ser proporcionadas por un transformador de separación de circuitos.

En el caso de que el circuito separado no alimente más que un solo aparato, las masas del circuito no deben ser conectadas a un conductor de protección.

En el caso de un circuito separado que alimente muchos aparatos, se satisfarán las siguientes prescripciones:

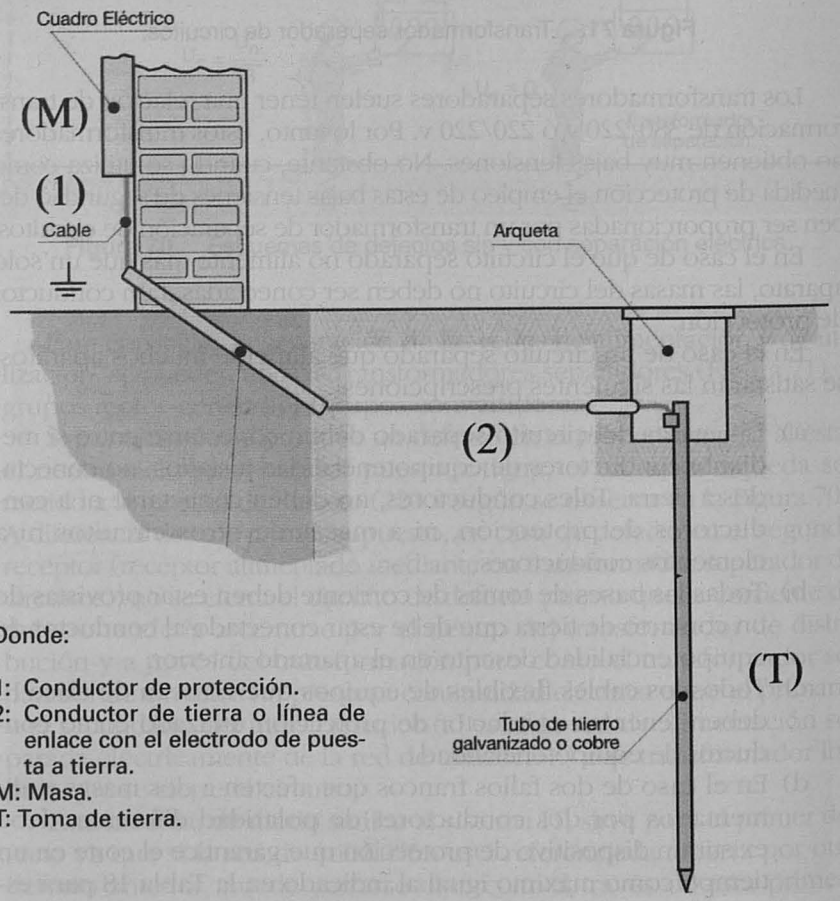
a) Las masas del circuito separado deben conectarse entre sí mediante conductores de equipotencialidad aislados, no conectados a tierra. Tales conductores, no deben conectarse ni a conductores de protección, ni a masas de otros circuitos ni a elementos conductores.
b) Todas las bases de tomas de corriente deben estar provistas de un contacto de tierra que debe estar conectado al conductor de equipotencialidad descrito en el apartado anterior.
c) Todos los cables flexibles de equipos que no sean de clase II, deben tener un conductor de protección utilizado como conductor de equipotencialidad.
d) En el caso de dos fallos francos que afecten a dos masas y alimentados por dos conductores de polaridad diferente, debe existir un dispositivo de protección que garantice el corte en un tiempo como máximo igual al indicado en la Tabla 18 para esquemas de distribución TN.

12. PUESTA A TIERRA

La puesta o conexión a tierra es la unión eléctrica directa, sin fusibles ni protección alguna, entre determinados elementos o partes de una instalación y un electrodo o grupo de electrodos enterrados en el suelo (Figuras 72 y 73).

Las puestas a tierra se establecen principalmente con objeto de:

- Limitar la tensión que, con respecto a tierra, puedan presentar en un momento dado las masas metálicas.



Donde:

1: Conductor de protección.
2: Conductor de tierra o línea de enlace con el electrodo de puesta a tierra.
M: Masa.
T: Toma de tierra.

Figura 72. Representación esquemática de un circuito de puesta a tierra.

- Asegurar la actuación de las protecciones.
- Eliminar o disminuir el riesgo que supone una avería en los materiales eléctricos utilizados.
- Unir eléctricamente las masas de una instalación a ciertos elementos con el fin de asegurar la protección contra contactos indirectos.

Mediante la instalación de puesta a tierra se deberá conseguir que en el conjunto de instalaciones, edificios y superficie próxima del terreno no aparezcan diferencias de potencial peligrosas y que, al mismo tiempo, permita el paso a tierra de las corrientes de defecto o las de descarga de origen atmosférico.

En la Figura 73 se puede observar como las dos masas, el cuadro eléctrico y la carcasa de la hormigonera, están puestas a tierra:

- El cuadro eléctrico unido directamente con la pica de tierra mediante un conductor de enlace.
- La carcasa de la hormigonera a través de su cable de alimentación.

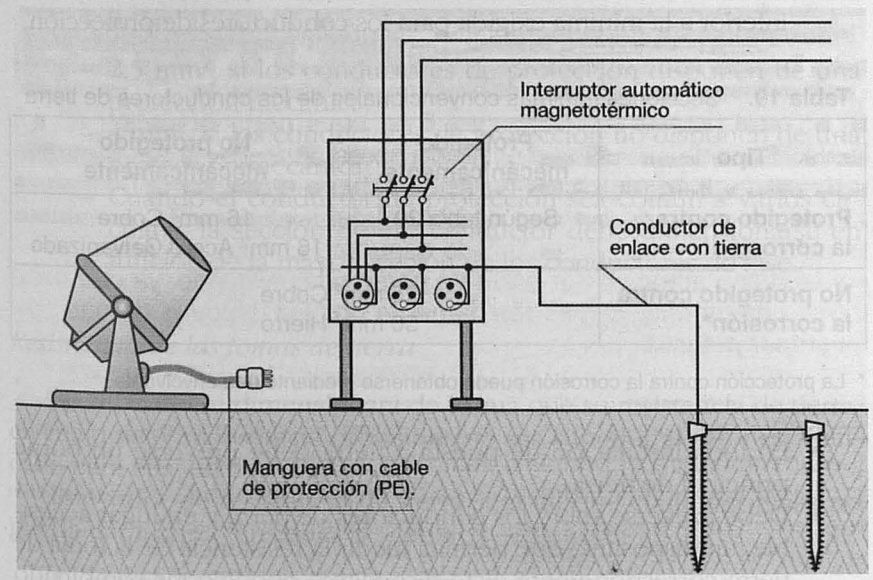


Figura 73. Esquema de puesta a tierra.

Las normas generales de instalación de una toma de tierra son:

- Para la toma de tierra se pueden utilizar electrodos formados por barras, tubos, pletinas, conductores desnudos, placas, anillos o mallas metálicas constituidos por los elementos anteriores o sus combinaciones, armaduras de hormigón enterradas, etc.
- El tipo y la profundidad de enterramiento de las tomas de tierra deben ser tales que la posible pérdida de humedad del suelo, la presencia del hielo u otros efectos climáticos, no aumenten la resistencia de la toma de tierra por encima del valor previsto. Su profundidad nunca será inferior a 0,50 m.
- Los materiales utilizados y la realización de las tomas de tierra deben ser tales que no se vea afectada la resistencia mecánica y eléctrica por efecto de la corrosión de forma que comprometa las características del diseño de la instalación.
- Las canalizaciones metálicas de otros servicios (agua, líquidos o gases inflamables, calefacción central, etc.) no deben ser utilizadas como tomas de tierra por razones de seguridad.
- La sección de los conductores de tierra tienen que satisfacer las prescripciones de la Tabla 20 y, cuando estén enterrados, deberán estar de acuerdo con los valores de la Tabla 19. La sección no será inferior a la mínima exigida para los conductores de protección.

Tabla 19. Secciones mínimas convencionales de los conductores de tierra

Tipo	Protegido mecánicamente	No protegido mecánicamente
Protegido contra la corrosión*	Según tabla 20	16 mm² Cobre 16 mm² Acero Galvanizado
No protegido contra la corrosión*	25 mm² Cobre 50 mm² Hierro	

* La protección contra la corrosión puede obtenerse mediante una envolvente.

- En toda instalación de puesta a tierra debe preverse un borne principal de tierra.
- Debe preverse sobre los conductores de tierra y en lugar accesible, un dispositivo que permita medir la resistencia de la toma de tierra correspondiente. Este dispositivo puede estar combinado con el borne principal de tierra, debe ser desmontable necesariamente por medio de un útil, tiene que ser mecánicamente seguro y debe asegurar la continuidad eléctrica.
- La sección de los conductores de protección será la indicada en la Tabla 20.

Tabla 20. Relación entre las secciones de los conductores de protección y los de fase

Sección de los conductores de fase de la instalación S (mm²)	Sección mínima de los conductores de protección S_P (mm²)
$S \leq 16$	$S_P = S$
$16 < S \leq 35$	$S_P = 16$
$S > 35$	$S_P = S/2$

- Los valores de la Tabla 29 solo son válidos en el caso de que los conductores de protección hayan sido fabricados del mismo material que los conductores activos.
- En todos los casos los conductores de protección que no forman parte de la canalización de alimentación serán de cobre con una sección, al menos de:
  - 2,5 mm², si los conductores de protección disponen de una protección mecánica.
  - 4 mm², si los conductores de protección no disponen de una protección mecánica.
  - Cuando el conductor de protección sea común a varios circuitos, la sección de ese conductor debe dimensionarse en función de la mayor sección de los conductores de fase.

Resistencia de las tomas de tierra

El electrodo se dimensionará de forma que su resistencia de tierra, en cualquier circunstancia previsible, no sea superior al valor especificado para ella, en cada caso.

Este valor de resistencia de tierra será tal que cualquier masa no pueda dar lugar a tensiones de contacto superiores a:

- 24 v en local o emplazamiento conductor.
- 50 v en los demás casos.

Si las condiciones de la instalación son tales que pueden dar lugar a tensiones de contacto superiores a los valores señalados anteriormente, se asegurará la rápida eliminación de la falta mediante dispositivos de corte adecuados a la corriente de servicio.

La resistencia de un electrodo depende de sus dimensiones, de su forma y de la resistividad del terreno en el que se establece. Esta resistividad varía frecuentemente de un punto a otro del terreno, y varia también con la profundidad. La Tabla 21 da, a título de orientación, unos valores de la resistividad para una serie de terrenos. Con objeto de obtener una primera aproximación de la resistencia a tierra, los cálculos pueden efectuarse utilizando los valores medios indicados en la Tabla 22.

Tabla 21. Valores orientativos de la resistividad en función del terreno

Naturaleza terreno	Resistividad en OHM.m
Terrenos pantanosos	de algunas unidades a 30
Limo	20 a 100
Humus	10 a 150
Turba húmeda	5 a 100
Arcilla plástica	50
Margas y Arcillas compactas	100 a 200
Margas del Jurásico	30 a 40
Arena arcillosa	50 a 500
Arena silícea	200 a 3.000
Suelo pedregoso cubierto de césped	300 a 500
Suelo pedregoso desnudo	1.500 a 3.000
Calizas blandas	100 a 300
Calizas compactas	1.000 a 5.000
Calizas agrietadas	500 a 1.000
Pizarras	50 a 300
Roca de mica y cuarzo	800
Granitos y gres procedentes de alteración	1.500 a 10.000
Granito y gres muy alterados	100 a 600

Tabla 22. Valores medios aproximados de la resistividad en función del terreno

Naturaleza terreno	Valor medio de la resistividad (OHM.m)
Terrenos cultivables y fértiles terraplenes compactos y húmedos	50
Terraplenes cultivables poco fértiles y otros terraplenes	500
Suelos pedregosos desnudos, arenas secas permeables	3.000

Aunque los cálculos efectuados a partir de estos valores no dan más que un valor muy aproximado de la resistencia a tierra del electrodo, la medida de resistencia de tierra de este electrodo puede permitir, aplicando las fórmulas dadas en la Tabla 23, estimar el valor medio local de la resistividad del terreno. El conocimiento de este valor puede ser útil para trabajos posteriores efectuados, en condiciones análogas.

Tabla 23. Fórmulas para estimar la resistencia de tierra en función de la resistividad del terreno y las características del electrodo

Electrodo	Resistencia de tierra en Ohm
Placa enterrada	$R = 0{,}8\ \rho/p$
Pica vertical	$R = \rho/L$
Conductor enterrado horizontalmente	$R = 2\ \rho/L$
ρ, resistividad del terreno (Ohm.m) P, perímetro de la placa (m) L, longitud de la pica o del conductor (m)	

Revisión de las tomas de tierra

Personal técnicamente competente efectuará la comprobación de la instalación de puesta a tierra, al menos anualmente, en la época en la que el terreno esté mas seco. Por lo tanto esta comprobación se debe efectuar en los meses de verano, junio, julio, agosto preferiblemente.

Para ello, se medirá la resistencia de tierra, y se repararán con carácter urgente los defectos que se encuentren.

En los lugares en que el terreno no sea favorable a la buena conservación de los electrodos, éstos y los conductores de enlace entre ellos hasta el punto de puesta a tierra, se pondrán al descubierto para su examen, al menos una vez cada cinco años.

Caso práctico: Suponiendo una instalación eléctrica de obra alimentada por un grupo Electrógeno (Figura 74), si el esquema de distribución elegido es el TT, es decir, con el neutro del grupo puesto a tierra y con los equipos alimentados por el grupo puestos a tierra, si como electrodo se dispone de una pica vertical de 2 metros de longitud y el terreno es de rocas de mica y cuarzo, ¿qué interruptor diferencial debería utilizarse?, ¿uno de media sensibilidad (300 mA) o uno de alta sensibilidad (30 mA)?

- Dado que el local puede considerarse como local mojado ya que se puede trabajar a la intemperie, la tensión de contacto, Vc límite será de 24 v.
- Un terreno rocoso de mica y cuarzo presenta una resistividad de 800 Ohm.
- Si usamos una pica vertical como pica de tierra, la resistencia de tierra en función de la resistividad del terreno es de:

$$R = 800/2 = 400\ \Omega.$$



Figura 74. Grupo electrógeno.

- Si tomamos como valor límite de Vc = 24v, aplicando la ley de Ohm, Vc >= Ia × Rt donde Ia es la sensibilidad del diferencial.
- Si utilizamos el diferencial de media sensibilidad, 300 mA.

$$Vc = Ia \times Rt = 0{,}3\ A \times 400\ \Omega = 120\ v$$

Este valor es superior a los 24 v que se han fijado como valor límite por lo que este diferencial no es válido para esta situación.

- Sin embargo si utilizamos un diferencial de alta sensibilidad, 30 mA.

$$Vc = Ia \times Rt = 0{,}03\ A \times 400\ \Omega = 12\ v$$

Este valor es inferior a los 24 v que se han fijado como valor límite. Este diferencial (o bien otros de mayor sensibilidad) es el que debería utilizarse.

13. LOCALES CON RIESGO DE INCENDIO O EXPLOSIÓN

Este apartado tiene por objeto especificar las reglas esenciales para el diseño, ejecución, explotación, mantenimiento y reparación de las instalaciones eléctricas en emplazamientos en los que existe riesgo de explosión o de incendio debido a la presencia de sustancias inflamables.

Dentro del concepto de atmósferas potencialmente explosivas se consideran aquellos emplazamientos en los que se fabriquen, procesen, manipulen, traten, utilicen o almacenen sustancias sólidas, líquidas o gaseosas, susceptibles de inflamarse, deflagrar, o explosionar, siendo sostenida la reacción por el aporte de oxígeno procedente del aire ambiente en que se encuentran. En el anexo se incluye un modelo de un informe ATEX.

Clasificación de emplazamientos

Para establecer los requisitos que han de satisfacer los distintos elementos constitutivos de la instalación eléctrica en locales con atmósferas potencialmente explosivas, estos emplazamientos se agrupan en dos clases según la naturaleza de la sustancia inflamable:

- Clase I si el riesgo es debido a gases, vapores o nieblas.
- Clase II si el riesgo es debido a polvo.

A) Clase I: Comprende los emplazamientos en los que hay o puede haber gases, vapores o nieblas en cantidad suficiente para producir

atmósferas explosivas o inflamables. Se incluyen en esta clase los lugares en los que hay o puede haber líquidos inflamables (Figura 75).

Se distinguen tres zonas:

- Zona 0: Emplazamiento en el que la atmósfera explosiva está presente de modo permanente, o por un espacio de tiempo prolongado, o frecuentemente.
- Zona 1: Emplazamiento en el que cabe contar, en condiciones normales de funcionamiento, con la formación ocasional de atmósfera explosiva.
- Zona 2: Emplazamiento en el que no cabe contar, en condiciones normales de funcionamiento, con la formación de atmósfera explosiva o, en la que, en caso de formarse, dicha atmósfera explosiva sólo subsiste por espacios de tiempo muy breves.

A título orientativo, sin que esta lista sea exhaustiva, y salvo que el proyectista pueda justificar que no existe el correspondiente riesgo, son ejemplos de emplazamientos peligrosos de Clase I:

- Lugares donde se trasvasen líquidos volátiles inflamables de un recipiente a otro.
- Garajes y talleres de reparación de vehículos. Se excluyen los garajes de uso privado para estacionamiento de 5 vehículos o menos.
- Interior de cabinas de pintura donde se usen sistemas de pulverización y su entorno cercano cuando se utilicen disolventes.
- Secaderos de material con disolventes inflamables.

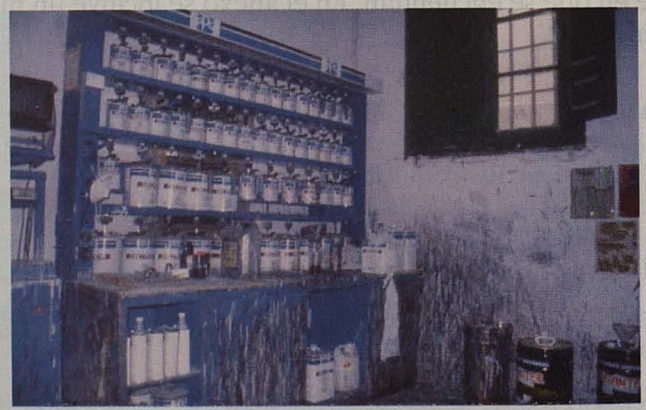


Figura 75. Sala de mezclas de un taller de automóviles

- Locales de extracción de grasas y aceites que utilicen disolventes inflamables.
- Locales con depósitos de líquidos inflamables abiertos o que se puedan abrir.
- Zonas de lavanderías y tintorerías en las que se empleen líquidos inflamables.
- Instalaciones donde se produzcan, manipulen, almacenen o consuman gases inflamables.
- Salas de bombas y/o de compresores de líquidos y gases inflamables.
- Interiores de refrigeradores y congeladores en los que se almacenen materias inflamables en recipientes abiertos, fácilmente perforables o con cierres poco consistentes.

B) Clase II: Comprende los emplazamientos en los que hay o puede haber polvo inflamable en cantidad suficiente para producir atmósferas explosivas o inflamables.

Se distinguen tres zonas:

- Zona 20: Emplazamiento en el que la atmósfera explosiva en forma de nube de polvo inflamable en el aire está presente de forma permanente, o por un espacio de tiempo prolongado, o frecuentemente. En general estas condiciones se dan en el interior de conducciones, recipientes, etc. Los emplazamientos en los que hay capas de polvo pero no hay nubes de forma continua o durante largos períodos de tiempo, no entran en este concepto.
- Zona 21: Emplazamientos en los que cabe contar con la formación ocasional, en condiciones normales de funcionamiento, de una atmósfera explosiva, en forma de nube de polvo inflamable en el aire. Esta zona puede incluir entre otros, los emplazamientos en la inmediata vecindad de, por ejemplo, lugares de vaciado o llenado de polvo.
- Zona 22: Emplazamientos en el que no cabe contar, en condiciones normales de funcionamiento, con la formación de una atmósfera explosiva peligrosa en forma de nube de polvo inflamable en el aire o en la que, en caso de formarse dicha atmósfera explosiva, sólo subsiste por breve espacio de tiempo. Esta zona puede incluir, entre otros, entornos próximos de sistemas conteniendo polvo de los que puede haber fugas y formar depósitos de polvo.

A título orientativo, sin que esta lista sea exhaustiva, y salvo que el proyectista pueda justificar que no existe el correspondiente riesgo, son ejemplos de emplazamientos peligrosos de clase II los siguientes:

- Zonas de trabajo, manipulación y almacenamiento de la industria alimentaria que maneja granos y derivados.
- Zonas de trabajo y manipulación de industrias químicas y farmacéuticas en las que se produce polvo.
- Emplazamientos de pulverización de carbón y de su utilización subsiguiente.
- Plantas de producción y manipulación de azufre.
- Zonas en las que se producen, procesan, manipulan o empaquetan polvos metálicos de materiales ligeros (Al, Mg, etc.)
- Almacenes y muelles de expedición donde los materiales pulverulentos se almacenan o manipulan en sacos y contenedores.
- Zonas de tratamiento de textiles como algodón, etc.
- Plantas de fabricación y procesado de fibras.
- Plantas desmotadoras de algodón.
- Plantas de procesado de lino.
- Talleres de confección.
- Industria de procesado de madera tales como carpinterías (Figura 76), etc.

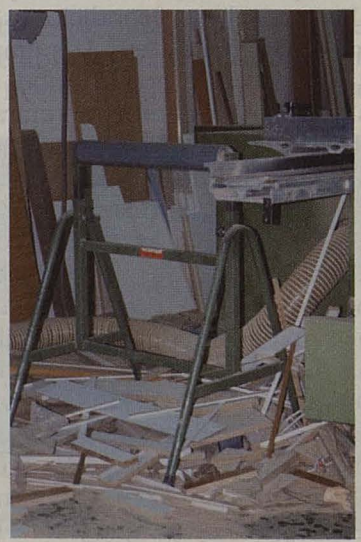


Figura 76. Carpintería.

La clasificación de emplazamientos se llevará a cabo por un técnico competente que justificarán los criterios y procedimientos aplicados. Esta decisión tendrá preferencia sobre las interpretaciones literales o ejemplos que figuran en los textos y figuras de los documentos de referencia que se citan para establecer esta clasificación.

Una vez clasificados los emplazamientos de la empresa con riesgo de incendio o explosión, debe conocerse si se ha seguido la secuencia de actuaciones necesarias para poner en servicio dicha instalación:

- Las instalaciones con riesgo de incendio o explosión, excepto garajes, deben ejecutarse sobre la base de un Proyecto que deberá ser redactado y firmado por técnico titulado competente, quien será directamente responsable de que el mismo se adapte a las disposiciones reglamentarias.
- Su ejecución deberá contar con la dirección de un técnico titulado competente.
- Las instalaciones con riesgo de incendio o explosión deben ser efectuadas por parte de empresas instaladoras autorizadas.
- Al término de la ejecución de la instalación, la empresa instaladora realizará las verificaciones que resulten oportunas, en función de las características de aquélla, según se especifique reglamentariamente y en su caso todas las que determine la dirección de obra.
- Además, las instalaciones con riesgo de incendio o explosión, excepto garajes de menos de 25 plazas deben ser objeto de la correspondiente Inspección Inicial por Organismo de Control autorizado.
- Finalizadas las obras y realizadas las verificaciones e inspección inicial a que se refieren los apartados anteriores, la empresa instaladora deberá emitir un Certificado de Instalación, según modelo establecido por la Administración Pública.
- Antes de la puesta en servicio de las instalaciones, la empresa instaladora deberá presentar ante el Órgano competente de la Comunidad Autónoma, al objeto de su inscripción en el correspondiente registro, el Certificado de Instalación con su correspondiente anexo de información al usuario al que se acompañará el Proyecto así como el certificado de Dirección de Obra firmado por el correspondiente técnico titulado competente, y el certificado de inspección inicial del Organismo de Control autorizado.

El procedimiento para alcanzar un nivel de seguridad aceptable se fundamenta en el empleo de equipamiento construido y seleccionado de acuerdo a ciertas reglas así como en la adopción de medidas de seguridad especiales de instalación, inspección, mantenimiento y reparación, en relación con la acotación del riesgo de presencia de atmósfera explosiva mediante una clasificación de los emplazamientos en los que se pueden producir atmósferas explosivas.

Según la clasificación en que se incluye el emplazamiento, es necesario recurrir a un tipo determinado de medidas constructivas de los equipos, de instalación, supervisión o intervención.

Las características de los equipos así como los sistemas de protección destinados a ser empleados en estos emplazamientos deben formar parte del proyecto al que se ha hecho referencia anteriormente. A continuación se exponen los modos de protección que pueden utilizarse en estos locales:

Envolvente antideflagrante «d»: Modo de protección en el que las partes que pueden inflamar una atmósfera explosiva están situadas dentro de una envolvente que puede soportar los efectos de la presión derivada de una explosión interna de la mezcla y que impide la transmisión de la explosión a la atmósfera explosiva circundante (Figuras 77 y 78).



Figura 77. Equipos antideflagrante.



Figura 78. Equipo antideflagrante.

Inmersión en aceite «o»: Modo de protección en el que el equipo eléctrico o partes de éste, se sumergen en un líquido de protección de modo que la atmósfera explosiva que pueda encontrarse sobre la superficie del líquido o en el entorno de la envolvente, no resulta inflamada.

Seguridad intrínseca «i»: Modo de protección que aplicado a un circuito o a los circuitos de un equipo hace que cualquier chispa o cualquier efecto térmico producido en condiciones normalizadas, lo que incluye funcionamiento normal y funcionamiento en condiciones de fallo especificadas, no sea capaz de provocar la inflamación de una determinada atmósfera explosiva.

Sistema de seguridad intrínseca: Conjunto de materiales y equipos eléctricos interconectados entre sí, descritos en un documento, en el que los circuitos o partes de circuitos destinados a ser empleados en atmósferas con riesgo de explosión, son de seguridad intrínseca.

Adicionalmente, es preciso llevar a cabo la explotación, conservación y mantenimiento de la instalación y sus componentes, dentro de unos límites estrictos, para que las condiciones de seguridad no se vean comprometidas durante su vida útil.

14. LOCALES DE CARACTERÍSTICAS ESPECIALES

Se consideran instalaciones en locales de características especiales las instalaciones de los locales y emplazamientos mojados, las instalaciones en locales con riesgo de corrosión, las instalaciones en locales polvorientos sin riesgo de incendio o explosión, las instalaciones en locales a temperaturas muy elevadas o muy bajas en relación con las normales, las instalaciones en locales en los que existan baterías de acumuladores y las instalaciones en locales afectos a un servicio eléctrico.

14.1. Instalaciones en locales húmedos

Locales o emplazamientos húmedos son aquellos cuyas condiciones ambientales se manifiestan momentánea o permanentemente bajo la forma de condensación en el techo y paredes, manchas salinas o moho aún cuando no aparezcan gotas, ni el techo o paredes estén impregnados de agua.

En estos locales o emplazamientos el material eléctrico podrá bien utilizar muy bajas tensiones de seguridad o cumplir con las siguientes condiciones:

- Las canalizaciones serán estancas, utilizándose, para terminales, empalmes y conexiones de las mismas, sistemas o dispositivos que presenten el grado de protección correspondiente a la caída vertical de gotas de agua (IPX1).
- Los conductores tendrán una tensión asignada de 450/750 v y discurrirán por el interior de tubos.
- Las cajas de conexión, interruptores, tomas de corriente, etc., deberá presentar el grado de protección correspondiente a la caída vertical de gotas de agua, IPX1. Sus cubiertas y las partes accesibles de los órganos de accionamiento no serán metálicos.
- Los receptores de alumbrado estarán protegidos contra la caída vertical de agua, IPX1 y no serán de Clase 0.
- Los aparatos de alumbrado portátiles serán de la Clase II.

14.2. Instalaciones en locales mojados

Locales o emplazamientos mojados son aquellos en que los suelos, techos y paredes estén o puedan estar impregnados de humedad y donde se vean aparecer, aunque sólo sea temporalmente, lodo o gotas gruesas de agua debido a la condensación o bien estar cubiertos con vaho durante largos períodos. Se considerarán como locales o emplazamientos mojados los lavaderos públicos, las fábricas de apresto, tintorerías, etc., así como las instalaciones a la intemperie, por ejemplo en obras de construcción (Figura 79).



Figura 79. Emplazamiento mojado.

En estos locales o emplazamientos se cumplirán, además de las condiciones para locales húmedos, las siguientes condiciones:

- Las canalizaciones serán estancas, utilizándose para terminales, empalmes y conexiones de las mismas, sistemas y dispositivos que presenten el grado de protección correspondiente a las proyecciones de agua, IPX4.
- Los conductores tendrán una tensión asignada de 450/750 v.
- Los aparatos de mando y protección así como las tomas de corriente se instalarán fuera de estos locales. Cuando esto no se pueda cumplir, los citados aparatos serán, del tipo protegido contra las proyecciones de agua, IPX4, o bien se instalarán en el interior de cajas que les proporcionen un grado de protección equivalente.
- Debe instalarse un dispositivo de protección en el origen de cada circuito derivado de otro que penetre en el local mojado.
- Queda prohibido en estos locales la utilización de aparatos móviles o portátiles, excepto cuando se utilice como sistema de protección la separación de circuitos o el empleo de muy bajas tensiones de seguridad, MBTS.
- Los receptores de alumbrado estarán protegidos contra las proyecciones de agua, IPX4. No serán de Clase 0.

14.3. Instalaciones en locales con riesgo de corrosión

Locales o emplazamientos con riesgo de corrosión son aquellos en los que existan gases o vapores que puedan atacar a los materiales eléctricos utilizados en la instalación.

Se considerarán como locales con riesgo de corrosión: las fábricas de productos químicos, depósitos de éstos, etc.

En estos locales o emplazamientos se cumplirán las prescripciones señaladas para las instalaciones en locales mojados, debiendo protegerse además, la parte exterior de los aparatos y canalizaciones con un revestimiento inalterable a la acción de dichos gases o vapores.

14.4. Instalaciones en locales en los que existen baterías de acumuladores

Los locales en que deban disponerse baterías de acumuladores con posibilidad de desprendimiento de gases, se considerarán también

como locales o emplazamientos con riesgo de corrosión. En ocasiones podrán también considerarse como locales con riesgo de incendio y o explosión.

14.5. Instalaciones en locales polvorientos sin riesgo de incendio o explosión

Los locales o emplazamientos polvorientos son aquellos en que los equipos eléctricos están expuestos al contacto con el polvo en cantidad suficiente como para producir su deterioro o un defecto de aislamiento.

En estos locales o emplazamientos se cumplirán que:

- Los equipos o aparamenta utilizados tendrán un grado de protección mínimo IP5X o estará en el interior de una envolvente que proporcione el mismo grado de protección (Figura 80).

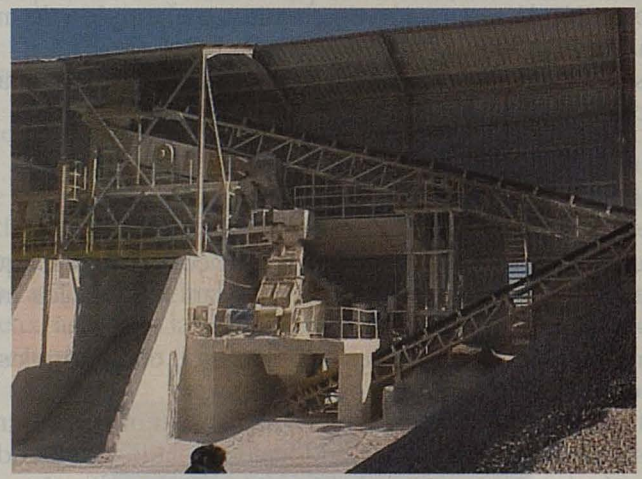


Figura 80. Entorno polvoriento.

14.6. Instalaciones en locales a temperatura elevada

Locales o emplazamientos a temperatura elevada son aquellos donde la temperatura del aire ambiente es susceptible de sobrepasar frecuentemente los 40 °C, o bien se mantiene permanentemente por encima de los 35 °C (Figura 81).

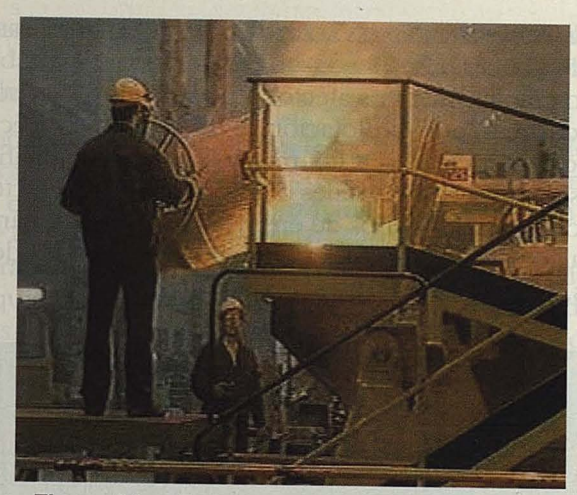


Figura 81. Entorno con temperatura elevada.

14.7. Instalaciones en locales a muy baja temperatura

Locales o emplazamientos a muy baja temperatura son aquellos donde pueden presentarse y mantenerse temperaturas ambientales inferiores a –20 °C. Se considerarán como locales a temperatura muy baja las cámaras de congelación de las plantas frigoríficas (Figura 82).

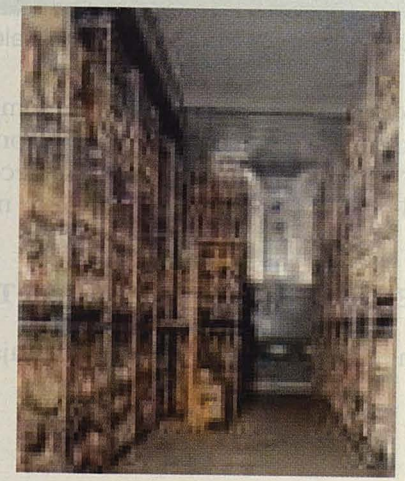


Figura 82. Entorno de bajas temperaturas.

14.8. Instalaciones en locales afectos a un servicio eléctrico

Locales o emplazamientos afectos a un servicio eléctrico son aquellos que se destinan a la explotación de instalaciones eléctricas y, en general, sólo tienen acceso a los mismos personas cualificadas para ello. Se considerarán como locales o emplazamientos afectos a un servicio eléctrico: los laboratorios de ensayos, las salas de mando y distribución instaladas en locales independientes de las salas de máquinas de centrales, centros de transformación (Figura 83), etc.



Figura 83. Local con instalación servicio eléctrico.

Una vez conocidos los emplazamientos de la empresa que pueden ser considerados como locales especiales, debe conocerse sobre si la empresa ha seguido la secuencia de actuaciones necesarias para poner en servicio dichos locales (ver apartado 13 de este mismo capítulo).

15. TRABAJOS EN INSTALACIONES DE BAJA TENSIÓN

Los trabajos en instalaciones eléctricas en Baja tensión pueden efectuarse:

- Sin tensión.
- En tensión.
- En proximidad.

Como norma general, todo trabajo en una instalación eléctrica, o en su proximidad, que conlleve un riesgo eléctrico deberá efectuarse sin tensión, salvo:

- Las operaciones elementales, tales como por ejemplo conectar y desconectar, en instalaciones de baja tensión, con material eléctrico concebido para su utilización inmediata y sin riesgos por parte del público en general.
- Los trabajos en instalaciones con tensiones de seguridad, siempre que no exista posibilidad de confusión en la identificación de las mismas y que las intensidades de un posible cortocircuito no supongan riesgos de quemadura.

También podrán realizarse con la instalación en tensión:

- Las maniobras, mediciones, ensayos y verificaciones cuya naturaleza así lo exija, tales como por ejemplo la apertura y cierre de interruptores o seccionadores, la medición de una intensidad, la realización de ensayos de aislamiento eléctrico, o la comprobación de la concordancia de fases.
- Los trabajos en, o en proximidad de instalaciones cuyas condiciones de explotación o de continuidad del suministro así lo requieran (Figura 84).



Figura 84. Sujeción con pinza de tela aislante.

Para determinar el tipo de trabajo que se va a realizar, en proximidad, en tensión, etc., se necesitan los siguientes datos:

- Existencia de elementos en tensión accesibles.
- Tensión nominal de la instalación.
- Tipo de trabajo a realizar.
- Equipos, herramientas, accesorios, etc., necesarios para realizar el trabajo.
- Posibilidad de determinar con precisión los límites del trabajo que voy a realizar.
- Posibilidad de asegurar que no se sobrepasan los límites de la zona de trabajo. (incluyendo las herramientas).
- Existencia o no de riesgo de sobretensión por rayo.

Con estos datos, utilizando la tabla sobre distancias límite de las zonas de trabajo (Tabla 24) puede conocerse si el trabajo que va a desarrollarse es en tensión o en proximidad.

Tabla 24. Distancias limite de las zonas de trabajo en baja tensión

U_n	D_{PEL}	D_{PROX-1}	D_{PROX-2}
≤ 1	50	70	300

donde:

U_n = tensión nominal de la instalación (kV).

D_{PEL} = distancia hasta el límite exterior de la zona de peligro (independientemente de que exista o no riesgo de sobretensión por rayo (cm).

D_{PROX-1} = distancia hasta el límite exterior de la zona de proximidad cuando resulte posible delimitar con precisión la zona de trabajo y controlar que ésta no se sobrepasa durante la realización del mismo (cm).

D_{PROX-2} = distancia hasta el límite exterior de la zona de proximidad cuando no resulte posible delimitar con precisión la zona de trabajo y controlar que ésta no se sobrepasa durante la realización del mismo (cm).

puede conocerse si el trabajo que va a desarrollarse es:

A) Un trabajo en tensión: trabajo durante el cual un trabajador entra en contacto con elementos en tensión, o entra en la zona de peligro, bien sea con una parte de su cuerpo o con las herramientas, equipos, dispositivos o materiales que manipula[1].

La zona de peligro o zona de trabajos en tensión (Figura 85) es el espacio alrededor de los elementos en tensión en el que la presencia de un trabajador desprotegido supone un riesgo grave de que se produzca un arco eléctrico, o un contacto directo con el elemento en tensión, teniendo en cuenta los gestos o movimientos normales que puede efectuar el trabajador sin desplazarse.

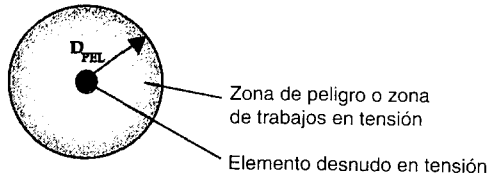


Figura 85. Zona de peligro.

Donde no se interponga una barrera física que garantice la protección frente a dicho riesgo, la distancia desde el elemento en tensión al límite exterior de esta zona será la indicada en la Tabla 24 sobre distancias límite.

La zona de peligro o zona de trabajos en tensión se medirá desde el punto en tensión. En esta zona únicamente se permite trabajar, mediante métodos y procedimientos especiales, conocidos como «trabajos en tensión», a trabajadores cualificados. Los trabajos en tensión deben ser realizados sin riesgo de rayo[2].

B) Un trabajo en proximidad: trabajo durante el cual el trabajador entra, o puede entrar, en la zona de proximidad, sin entrar en la zona de peligro, bien sea con una parte de su cuerpo, o con las herramientas, equipos, dispositivos o materiales que manipula.

La zona de trabajos en proximidad (Figura 86) es el espacio delimitado alrededor de la zona de peligro, desde el que el trabajador puede invadir accidentalmente esta última. Donde no se interponga

[1] No se consideran como trabajos en tensión las maniobras y las mediciones ensayos y verificaciones consideradas como tales.

[2] A diferencia de los trabajos en tensión si un trabajador tiene que realizar una maniobra o verificación sobre un elemento en tensión , la maniobra puede ser realizada con riesgo de rayo. El trabajador debe mantener una distancia al elemento en tensión superior a D_{PEL1}.

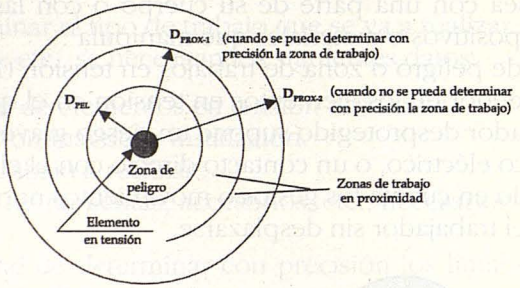


Figura 86. Zonas de peligro para trabajos en proximidad.

una barrera física que garantice la protección frente al riesgo eléctrico, la distancia desde el elemento en tensión al límite exterior de esta zona será la indicada en la Tabla 23 sobre distancias límite de las zonas de trabajo.

15.1. Trabajos sin tensión

Una vez identificados la zona y los elementos de la instalación donde se va a realizar el trabajo, y salvo que existan razones esenciales para hacerlo de otra forma, se seguirá el proceso que se describe a continuación, que se desarrolla secuencialmente en cinco etapas:

1.ª Desconectar.
2.ª Prevenir cualquier posible realimentación.
3.ª Verificar la ausencia de tensión.
4.ª Poner a tierra y en cortocircuito.
5.ª Proteger frente a elementos próximos en tensión, en su caso, y establecer una señalización de seguridad para delimitar la zona de trabajo.

Hasta que no se hayan completado las cinco etapas no podrá autorizarse el inicio del trabajo sin tensión y se considerará en tensión la parte de la instalación afectada. Sin embargo, para establecer la señalización de seguridad indicada en la quinta etapa podrá considerarse que la instalación está sin tensión si se han completado las cuatro etapas anteriores y no pueden invadirse zonas de peligro de elementos próximos en tensión.

1. *Desconectar:* La parte de la instalación en la que se va a realizar el trabajo debe aislarse de todas las fuentes de alimentación. El aislamiento estará constituido por una distancia en aire, o la interposición de un aislante, suficientes para garantizar eléctricamente dicho aislamiento.

2. *Prevenir cualquier posible realimentación.* Los dispositivos de maniobra utilizados para desconectar la instalación deben asegurarse contra cualquier posible reconexión, preferentemente por bloqueo del mecanismo de maniobra, y deberá colocarse, cuando sea necesario, una señalización para prohibir la maniobra. En ausencia de bloqueo mecánico, se adoptarán medidas de protección equivalentes.

3. *Verificar la ausencia de tensión.* La ausencia de tensión deberá verificarse en todos los elementos activos de la instalación eléctrica en (o lo más cerca posible) de la zona de trabajo (Figura 87). Es recomendable comprobar antes y después de la verificación el correcto funcionamiento de los dispositivos de verificación.

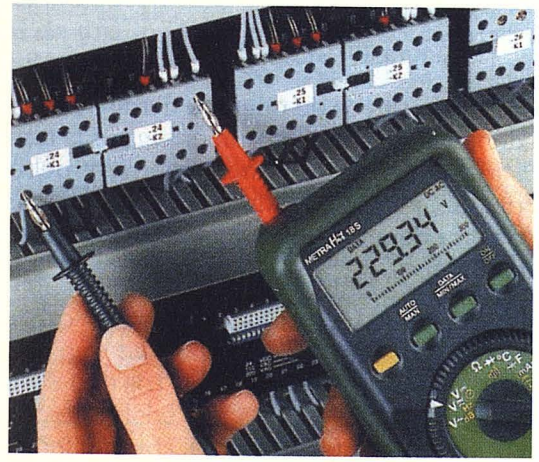


Figura 87. Medición presencia/ausencia de tensión.

4. *Poner a tierra y en cortocircuito.* Las partes de la instalación donde se vaya a trabajar deben ponerse a tierra y en cortocircuito en las instalaciones de baja tensión que, por inducción, o por otras razones, puedan ponerse accidentalmente en tensión. Esta medida sólo será necesaria en el caso de líneas eléctricas aéreas de Baja Tensión (Figuras 88, 89 y 90).

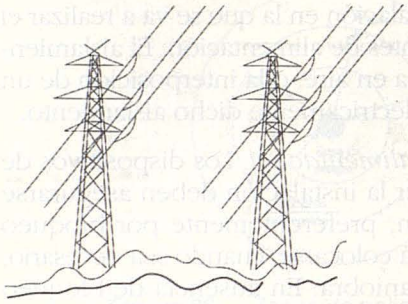


Figura 88. Por inducción.

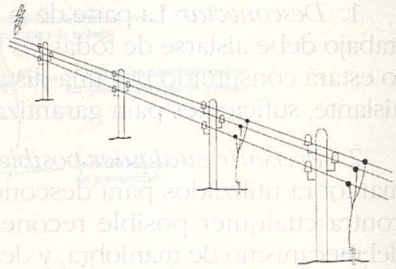


Figura 89. Por descargas atmosféricas.

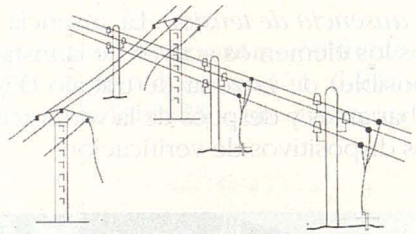


Figura 90. Por rotura de cables.

Los equipos o dispositivos de puesta a tierra y en cortocircuito (Figuras 91 y 92) deben conectarse en primer lugar a la toma de tierra y a continuación a los elementos a poner a tierra, y deben ser visibles desde la zona de trabajo. Si esto último no fuera posible, las conexiones de puesta a tierra deben colocarse tan cerca de la zona de trabajo como se pueda.

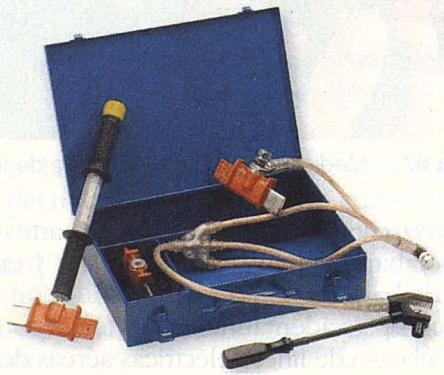


Figura 91. Equipo puesta a tierra.



Figura 92. Equipo puesta a tierra.

5. *Proteger frente a los elementos próximos en tensión y establecer una señalización de seguridad para delimitar la zona de trabajo.* Si hay elementos de una instalación próximos a la zona de trabajo que tengan que permanecer en tensión, deberán adoptarse medidas de protección adicionales.

Por lo tanto, para efectuar una intervención en cualquier instalación o equipo de trabajo, por ejemplo en el equipo de la Figura 93 o para cambiar unos fusibles en el interior de un cuadro eléctrico, etc, y realizar estas operaciones sin tensión no basta con simplemente abrir el circuito eléctrico que alimenta dicho motor o desconectar el interruptor general del cuadro. Es necesario además, bloquear el interruptor eléctrico (Figura 94) que ha permitido la apertura del circuito y previamente a iniciar los trabajos verificar la ausencia de tensión. Hasta no realizar esta verificación debe considerarse en tensión la parte del equipo o de la instalación afectada.

Nota: si durante la operación de apertura de circuitos, enclavamiento y verificación de la ausencia de tensión, hay elementos en tensión accesibles, el trabajo debe efectuarse garantizando la protección de los trabajadores tanto frente a contactos eléctricos directos como frente a posibles cortocircuitos siendo necesario por lo tanto utilizar guantes aislantes, pantalla facial, alfombra aislante, herramientas aisladas, etc. En este caso debería abordarse esta operación como un trabajo en tensión o en proximidad.



Figura 93. Máquina a intervenir.

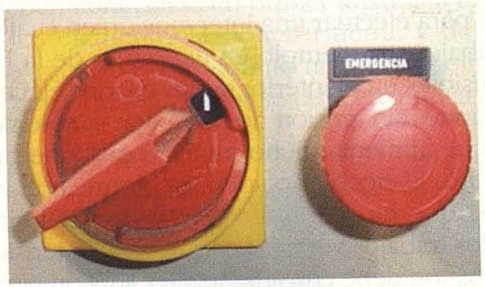


Figura 94. Interruptor eléctrico consignable.

Reposición de la tensión

Una vez finalizado el trabajo, la reposición de la tensión sólo comenzará después de que se hayan retirado todos los trabajadores que no resulten indispensables y que se hayan recogido de la zona de trabajo las herramientas y equipos utilizados.

El proceso de reposición de la tensión comprenderá:

1.º La retirada, si las hubiera, de las protecciones adicionales y de la señalización que indica los límites de la zona de trabajo.
2.º La retirada, si la hubiera, de la puesta a tierra y en cortocircuito.
3.º El desbloqueo y/o la retirada de la señalización de los dispositivos de corte.
4.º El cierre de los circuitos para reponer la tensión.

Desde el momento en que se suprima una de las medidas inicialmente adoptadas para realizar el trabajo sin tensión en condiciones de seguridad, se considerará en tensión la parte de la instalación afectada.

Las operaciones y maniobras para dejar sin tensión una instalación, antes de iniciar el «trabajo sin tensión», y la reposición de la tensión, al finalizarlo, las realizarán trabajadores autorizados.

15.2. Trabajos en tensión

Un trabajo en tensión es aquel trabajo durante el cual un trabajador entra en contacto con elementos en tensión, o entra en la zona de peligro, bien sea con una parte de su cuerpo o con las herramientas, equipos, dispositivos o materiales que manipula. A diferencia de la concepción tradicional de los trabajos en tensión en Baja Tensión que implicaba el contacto con la instalación, esta nueva concepción del trabajo en tensión implica que por el mero hecho de situarnos a menos de 50 cm. de un elemento activo desnudo en Baja tensión estamos realizando un trabajo en tensión al invadir la zona de peligro.

Como ya se ha comentado, todo trabajo realizado en una instalación eléctrica debería ser realizado siempre que fuera posible sin tensión, la realización de un trabajo en tensión debería corresponder a causas suficientemente justificadas: exigencias en el cumplimiento de la normativa que regula los requisitos de calidad y continuidad en el suministro eléctrico, necesidad de mantenimiento del suministro cuando el corte de dicho suministro entrañe riesgos para la seguridad o salud de la población o un colectivo de la misma, etc.

En Baja Tensión el método de trabajo empleado se conoce como «Método de contacto con protección aislante de las manos» (Figura 95).

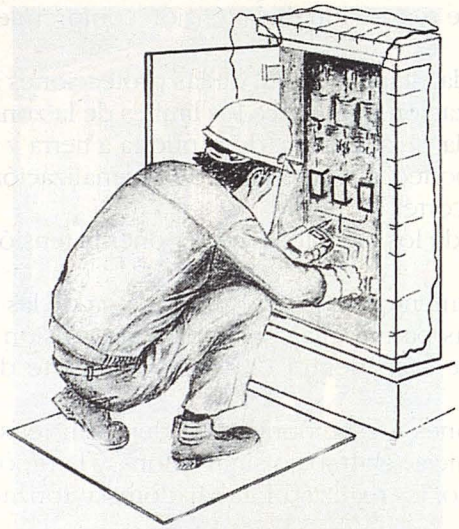


Figura 95. Método de contacto con protección aislante de las manos.

El método de trabajo y los equipos y materiales utilizados deberán asegurar la protección del trabajador frente al riesgo eléctrico, garantizando, en particular, que el trabajador no pueda contactar accidentalmente con cualquier otro elemento a potencial distinto al suyo.

En los trabajos en tensión, el arco eléctrico se puede producir al poner en contacto franco dos partes activas de una instalación. Esta situación se evita aislando los puntos que se encuentran a distinto potencial eléctrico del punto de trabajo, evitando así que accidentalmente puedan ponerse en contacto. No obstante, a pesar de ser imprescindible garantizar un buen aislamiento de las partes activas de la instalación, es preciso protegerse ante la posibilidad de que se produzca accidentalmente un arco eléctrico (pantallas faciales, gafas inactínicas, guantes,..).

Los trabajos en tensión deberán ser realizados por trabajadores cualificados, siguiendo un procedimiento previamente estudiado y, cuando su complejidad o novedad lo requiera, ensayado sin tensión. Dado que prácticamente todos los trabajos que surgen en Baja Tensión se pueden hacer en tensión, esta gran variedad de trabajos, tanto en líneas aéreas y en elementos de enlace como en líneas subterráneas determina que no sea obligatorio disponer de procedimientos escritos de ejecución, aunque si es recomendable.

El estudio de la casuística de los accidentes producidos en los trabajos en tensión demuestra que son causados por la omisión o trasgresión de alguna de las secuencias del procedimiento de ejecución, interviniendo en este hecho, por un lado el exceso de confianza del operario tras muchas operaciones repetitivas de una misma operación y, por otra, una falta de atención del Jefe de Trabajo. Aquí radica la importancia de los reciclajes anuales donde los trabajadores deben volver a adquirir la mentalización requerida para un correcto desarrollo de los trabajos.

Los trabajos en tensión en lugares donde la comunicación sea difícil, por su orografía, confinamiento u otras circunstancias, deberán realizarse estando presentes, al menos, dos trabajadores con formación en materia de primeros auxilios.

Como norma general el operario debe revestir los conductores y masas con los que pueda entrar en contacto comenzando por los puntos más próximos al trabajador, de manera que al avanzar se encuentre con conductores y masas ya protegidas. Una vez colocados los protectores aislantes deben sujetarse mediante el empleo de pinzas aislantes, cinta, soportes, etc., para evitar que se deslicen (Figura 96).

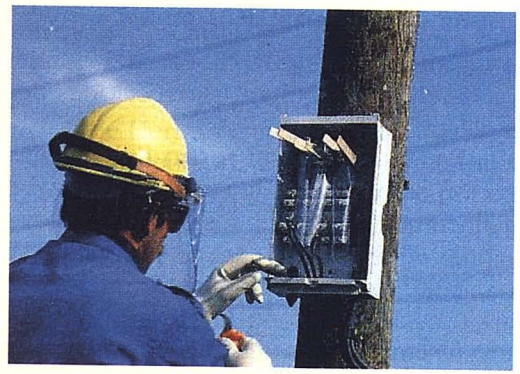


Figura 96. Conexión de caja de acometida en BT.

La protección del operario en la zona de trabajo se consigue mediante:

a) La utilización de Equipos de Protección Individual:

- Guantes aislantes, son la principal protección en este método de trabajo. Deben reunir las siguientes condiciones:

  – Adaptarse perfectamente a la mano del trabajador.

- No utilizarse nunca como único medio de protección sino que deben complementarse con el uso de alfombrillas y telas vinílicas aislantes.
- Además de los guantes aislantes deben utilizarse:
  - Bien bajo los guantes aislantes los guantes ignífugos (protegen la mano de la fusión de los guantes aislantes en caso de arco eléctrico).
  - O bien sobre los guantes aislantes los guantes de protección frente a riesgos mecánicos (protegen a los guantes aislantes de posibles deterioros).
- Inmediatamente antes de su uso debe comprobarse su estanqueidad, bien mediante un comprobador neumático o bien doblando el guante hacia la palma y presionándolo sobre una superficie lisa para garantizar que el guante está exento de defectos (poros, pinchazos o cortes) por los que escape el aire.
- También antes de su uso debe comprobarse la inexistencia de deformaciones que menoscaben el espesor, elasticidad o resistencia mecánica del guante.

- Casco aislante: protege la cabeza del operario frente a los riesgos de choques, golpes, proyecciones de objetos y contactos eléctricos.
- Pantalla facial: protege el rostro del trabajador frente a la proyección de partículas de metal fundido y alta temperatura.
- Gafas inactínicas: protegen los ojos del trabajador frente a las radiaciones generadas en caso de producirse un cortocircuito.
- Ropa aislante de protección para trabajos en instalaciones de Baja Tensión.
- Calzado aislante de protección para trabajos en instalaciones de Baja Tensión.

b) La utilización de accesorios y dispositivos aislantes:

- Accesorios aislantes: telas vinílicas, perfiles, capuchones, pantallas, cubiertas, etc, para cubrir los conductores desnudos o a aquellos conductores cuyo aislamiento sea defectuoso o insuficiente.
- Dispositivos aislantes: plataformas, banquetas, alfombras, escaleras, etc., que garanticen el aislamiento del trabajador respecto a tierra (Figuras 97 y 98).



Figura 97. Escalera de fibra de vidrio.



Figura 98. Escalera de fibra de vidrio extensible en dos tramos.

c) La utilización de Herramientas aisladas: son las mismas que las herramientas convencionales pero recubiertas de una envolvente aislante (Figura 99).



Alicate corte diagonal



Alicate universal



Destornillador

Figura 99. Herramientas asiladas a 1000 v.

d) La utilización de Protectores aislantes para evitar tanto los contactos del trabajador con los puntos en tensión o con las masas que lo rodean como la posibilidad de que se produzcan cortocircuitos.

Los protectores aislantes pueden ser de diferentes tipos:

- Perfiles aislantes para conductores.
- Protectores aislantes para aisladores: son capuchones de material aislante que disponen de ranuras en las que se introducen los perfiles aislantes.
- Protectores de bornes: son protectores de tela aislante, transparente y flexible.
- Dedales aislantes: son dedales de caucho aislante de forma troncocónica cerrada por el extremo cónico menor.
- Telas aislantes (vinílicas), utilizadas para el aislamiento de:
  - Elementos en tensión que por su proximidad a los puntos donde los trabajadores realizan los trabajos puedan suponer un peligro de contacto eléctrico.
  - Elementos no sometidos a tensión pero que pueden como consecuencia de los trabajos quedar accidentalmente en tensión.
  - Las masas con las que el trabajador pudiera entrar en contacto simultanea con el punto en tensión.
- Pantallas rígidas aislantes de separación.

Además para la correcta realización de los trabajos los trabajadores pueden requerir la utilización de material de señalización y delimitación: barreras extensibles, cintas y cadenas de delimitación así como dispositivos y accesorios varios: cuerdas aislantes, pinzas aislantes para la fijación y sujeción de protectores aislantes, cuñas aislantes separadoras, banquetas aislantes, escaleras aislantes, by-pass para puentear el punto de trabajo cuando la realización del mismo implica la conexión o desconexión de circuitos, etc.

En la Figura 100 se observa el croquis del cambio de un cuadro de baja tensión en un Centro de Transformación, estando dicho cuadro en tensión y con carga. La secuencia esquemática de actuaciones, una

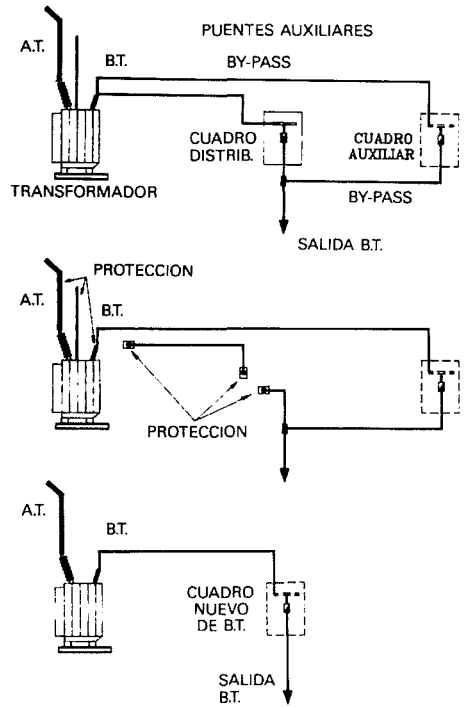


Figura 100. Cambio de un cuadro de baja tensión en un Centro de Transformación.

vez preparado el cuadro auxiliar y el centro de transformación (CT) sería la siguiente:

- Conexión de alimentación al cuadro auxiliar.
- Conexión del by-pass del cuadro auxiliar a las salidas de BT existentes.
- Puesta en servicio del cuadro auxiliar y desconexión del existente.
- Desconexión de la acometida al cuadro existente.
- Desconexión de las salidas de BT al cuadro existente.
- Retirar cuadro existente.
- Colocar nuevo cuadro.
- Conexión de las salidas de BT al nuevo cuadro.
- Conexión de la acometida general al nuevo cuadro.
- Retirar el cuadro auxiliar.

Las normas Generales para los trabajos en tensión en Baja Tensión son:

- Los equipos y materiales para la realización de trabajos en tensión se elegirán, de entre los concebidos específicamente para realizar dichos trabajos, teniendo en cuenta las características del trabajo y de los trabajadores y, en particular, la tensión de servicio, y se utilizarán, mantendrán y revisarán siguiendo las instrucciones de su fabricante.
- Revisar el material, protecciones personales y colectivas, herramientas, etc., si algún material imprescindible faltara o estuviera deteriorado se paralizarán los trabajos hasta disponer de él o se realizará el trabajo sin tensión tras someter a la instalación al correspondiente descargo.
- Ante cualquier duda o imprevisto, el trabajo no debe comenzarse o debe interrumpirse.
- Utilizar ropa aislante sin dejar partes del cuerpo al descubierto.
- No llevar objetos metálicos en contacto con la piel.
- Los trabajadores deberán disponer de un apoyo sólido y estable, que les permita tener las manos libres, y de una iluminación que les permita realizar su trabajo en condiciones de visibilidad adecuadas. Los trabajadores no llevarán objetos conductores, tales como pulseras, relojes, cadenas o cierres de cremallera metálicos que puedan contactar accidentalmente con elementos en tensión.
- La zona de trabajo deberá señalizarse y/o delimitarse adecuadamente, siempre que exista la posibilidad de que otros trabajadores o personas ajenas penetren en dicha zona y accedan a elementos en tensión.
- Condiciones atmosféricas: las medidas preventivas para la realización de trabajos al aire libre deberán tener en cuenta las posibles condiciones ambientales desfavorables, de forma que el trabajador quede protegido en todo momento. El Jefe de trabajo debe decidir sobre la interrupción o continuidad de los trabajos según las condiciones atmosféricas existentes.
- Para instalaciones aéreas, en caso de niebla, precipitaciones atmosféricas (lluvias, tormentas,...) o viento, los trabajos podrán comenzar o interrumpirse a juicio del jefe de trabajo.
- En instalaciones subterráneas, en caso de precipitaciones atmosféricas los trabajos no deben comenzarse y, de haber comenzado, se interrumpirán.

- En ambos tipos de trabajos, en caso de tormenta, los trabajos no se comenzarán o se interrumpirán, de haberse iniciado y en caso de interrupción del trabajo se retirará el personal de la zona de trabajo y se dejará la instalación en condiciones de seguridad.
- Los trabajos en instalaciones interiores directamente conectadas a líneas aéreas eléctricas también deberán interrumpirse en caso de tormenta.

Secuencia de operaciones a realizar en un trabajo en tensión

1. Aproximación al lugar de trabajo (sin invadir la distancia de proximidad). Esta operación es la anterior al trabajo propiamente dicho, tiene como objeto analizar el trabajo que se va a realizar, limpiar, delimitar y señalizar el área de trabajo.

2. Aislamiento de la zona de trabajo.
- Se comienza por los puntos más favorables, se aíslan las partes activas y las masas: paredes, herrajes, apoyos, armarios, así como el propio ayudante si tiene que entregar materiales o equipos al trabajador que ejecuta el trabajo en tensión (subiéndose por ejemplo sobre una alfombra aislante, Figura 101), etc.

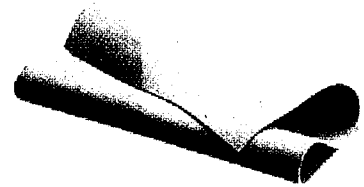


Figura 101. Alfombra aislante.

- Aislar las masas y las partes a tensión distinta a las del punto de trabajo a medida que se avanza en él (avanzar protegiendo y retroceder destapando).
  - — Con los guantes se protege el punto de entrada de la corriente en el cuerpo.
  - — Aislando masas y partes a tensión distinta se aísla el punto de salida, y se impide cualquier contacto no previsto (Figura 102).



Figura 102. Trabajo en tensión.

- El conductor neutro siempre es el primero en conectarse y el último en desconectarse, con objeto de evitar que, en el caso de que la carga esté desequilibrada, al desconectar el conductor neutro estando conectadas las fases, la tensión que soporten las cargas conectadas a cada una de dichas fases sea más elevada que su tensión nominal, pudiendo destruirlas.
- Dejar al descubierto sólo un punto en tensión, que será el punto de trabajo.
- En los trabajos realizados desde el suelo, tanto el operario que realiza el trabajo como el ayudante deben estar sobre una alfombrilla aislante.
- En los trabajos realizados desde postes los materiales y herramientas se deben subir y bajar en una bolsa portaherramientas utilizando una cuerda aislante y una polea y se utilizarán escaleras aislantes.
- En los trabajos realizados en red subterránea, la zona de trabajo estará limpia y sin charcos, se cubrirán las paredes y el fondo de las zanjas y las arquetas con telas vinílicas, se utilizará un bastidor para impedir el deslizamiento de la lona y se aislarán todas las conducciones metálicas. El ayudante se colocará en el exterior y suministrará el material al operario del interior depositándolo sobre una alfombra aislante, o bien, si se lo da en mano, se situará sobre una alfombrilla aislante.

- En los trabajos realizados en fachadas, se aislará la zona de pared que pueda llegar a tocarse, así como todas las conducciones, se protegerán las puntas de los conductores con cintas o dedales aislantes. El ayudante se situará sobre una alfombrilla si da los materiales en mano.

Nota: no se debe emplear cinta adhesiva, tela vinílica, ni placas de polietileno sobre puntos calientes, debido a su fácil deterioro con el calor.

3. Identificación de conductores: debe distinguirse el neutro, las fases y, en su caso, la rotación de éstas. Para ello se utiliza un voltímetro o un discriminador.

- En líneas desnudas se retira el aislamiento provisional para dejar al descubierto los puntos donde medir.
- En líneas aisladas se realiza una muesca en el aislamiento y se recubre provisionalmente si se utiliza este punto para hacer conexiones. En caso contrario se restablece el aislamiento.

4. Intervención: utilizando los equipos de protección individual necesarios (ropa, calzado, casco y guantes aislantes, pantalla facial, gafas inactínicas,..) se debe:

- Dejar a descubierto sólo el punto de trabajo.
- No abrir o cerrar con carga.
- Evitar utilizar elementos conductores muy largos.
- Evitar realizar operaciones añadidas (sostener la bolsa, alumbrar, etc.).
- Evitar sobrecargar las instalaciones ni eléctrica ni mecánicamente.

5. Instalación de by-pass para desviar la carga y dar continuidad al circuito. Para ello se debe:

- Verificar que el elemento de maniobra del by-pass está abierto.
- Conectar un extremo mientras el otro está protegido.
- Asegurar la concordancia de fases.
- Cerrar el by-pass.
- Abrir la línea principal.
- Actuar sobre la línea principal.
- Cerrar la línea principal.
- Abrir el by-pass.
- Desconectar el by-pass.

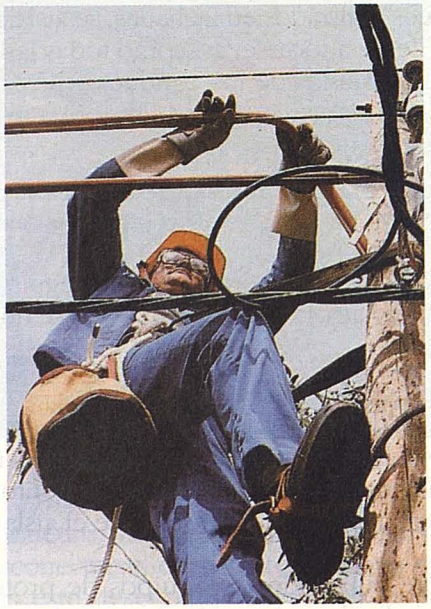


Figura 103. Conexión de una acometida trenzada sobre red desnuda en BT.

6. Preparación previa de las puntas de los conductores para simplificar las conexiones que tienen que efectuarse y reducir de este modo los tiempos de exposición a partes descubiertas en tensión. Colocación de terminales para simplificar las conexiones.
7. Realización del trabajo.

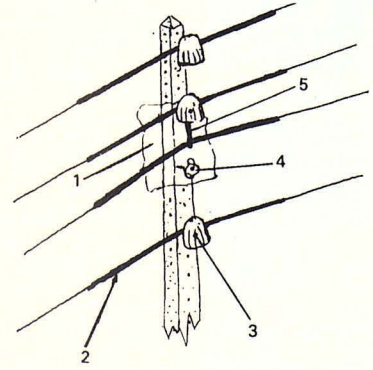
Ejemplo de procedimiento de sustitución de aislador en apoyo de alineación en disposición lateral convencional

El trabajo consiste en la sustitución de un aislador en el segundo conductor, en un apoyo de alineación (Figura 104). El trabajo va a ser realizado por dos trabajadores, actuando uno de ellos como Jefe del Trabajo.

Ejecución del trabajo

- Señalizar la zona de trabajo.
- Apoyar la escalera en el poste a la altura del conductor inferior.
- Subir a la escalera, estando ésta sujeta, y atar la misma al poste.

- Subir la polea de servicio y colgarla del apoyo.
- Subir las protecciones, pinzas de madera y herramientas.
- Proteger completamente el conductor inferior, a ambos lados del aislador.
- Proteger mediante tela vinílica el aislador y su soporte.
- Repetir las operaciones de protección para el conductor inmediatamente superior.
- Hacer lo mismo con el tercer conductor.
- Descender hasta situarse a la altura del aislador a sustituir, en este caso el del segundo conductor.
- Proteger con tela vinílica el poste a la altura de este aislador, dejando únicamente la retención sin proteger.
- Sujetar el conductor mediante un estrobo de cuerda aislante colgado del soporte del aislador superior y soltar la retención. Vigilar el movimiento del conductor en los vanos.
- Retirar el aislador viejo y colocar el nuevo.
- Proteger nuevamente el soporte del aislador con tela vinílica.
- Situar el conductor en el aislador aflojando el estrobo.
- Efectuar la nueva retención.
- Proteger nuevamente el aislador y la retención.
- Subir al conductor superior y retirar protecciones.
- Retirar las protecciones del siguiente conductor y así sucesivamente de todos ellos, de arriba hacia abajo.
- Bajar herramientas y protecciones.
- Retirar la polea de servicio.
- Retirar escalera



1. Protección de poste tela vinílica
2. Protección de conductor
3. Protección de aisladores
4. Aislador a sustituir
5. Suspensión del conductor

Figura 104

Durante toda la maniobra el operario que efectúa los trabajos tendrá puestos los guantes aislantes, el casco con la pantalla facial y las gafas inactínicas (en caso de no serlo la pantalla), los cuales se los deberá colocar antes de subir al poste y no se los quitará hasta que no se encuentre en el suelo una vez concluido el trabajo.

15.3. Trabajos en proximidad

En todo trabajo en proximidad de elementos en tensión, el trabajador deberá permanecer fuera de la zona de peligro y lo más alejado de ella que el trabajo permita.

Antes de iniciar el trabajo en proximidad de elementos en tensión, un trabajador autorizado determinará la viabilidad del trabajo. De ser el trabajo viable, deberán adoptarse las medidas de seguridad necesarias para reducir al mínimo posible:

a) El número de elementos en tensión.
b) Las zonas de peligro de los elementos que permanezcan en tensión, mediante la colocación de pantallas, barreras, envolventes o protectores aislantes cuyas características (mecánicas y eléctricas) y forma de instalación garanticen su eficacia protectora.

Si, a pesar de las medidas adoptadas, siguen existiendo elementos en tensión cuyas zonas de peligro son accesibles, se deberá:

a) Delimitar la zona de trabajo respecto a las zonas de peligro; la delimitación será eficaz respecto a cada zona de peligro y se efectuará con el material adecuado.
b) Informar a los trabajadores directa o indirectamente implicados, de los riesgos existentes, la situación de los elementos en tensión, los límites de la zona de trabajo y cuantas precauciones y medidas de seguridad deban adoptar para no invadir la zona de peligro, comunicándoles, además, la necesidad de que ellos, a su vez, informen sobre cualquier circunstancia que muestre la insuficiencia de las medidas adoptadas.

Sin perjuicio de lo dispuesto en los apartados anteriores, en las empresas cuyas actividades habituales conlleven la realización de trabajos en proximidad de elementos en tensión, particularmente si tienen lugar fuera del centro de trabajo, el empresario deberá asegurarse de que los trabajadores poseen conocimientos que les permiten identificar

las instalaciones eléctricas, detectar los posibles riesgos y obrar en consecuencia.

Los trabajos que se realicen en proximidad de elementos en tensión se llevarán a cabo según lo dispuesto en este apartado, o bien se considerarán como trabajos en tensión y se aplicarán las disposiciones correspondientes a este tipo de trabajos.

15.4. Maniobras, mediciones, ensayos y verificaciones

El método de trabajo empleado y los equipos y materiales de trabajo y de protección utilizados deberán proteger al trabajador frente al riesgo de contacto eléctrico, arco eléctrico, explosión o proyección de materiales. Esto implica utilizar técnicas de trabajo similares a las utilizadas en los trabajos en tensión en Baja tensión (Figuras 105 y 106).

En las Figuras 105 y 106 se observa como el trabajador que lleva a cabo las operaciones utiliza casco aislante, guantes aislantes y guante frente a riesgos mecánicos sobre los anteriores. Resulta obvio que para poder efectuar la medición necesita que las partes en tensión estén accesibles, sin embargo debe protegerse frente a un eventual cortocircuito por lo que además de los equipos de protección que ya utiliza, debería utilizar también una pantalla facial y gafas inactínicas, además de calzado y o alfombra aislante.

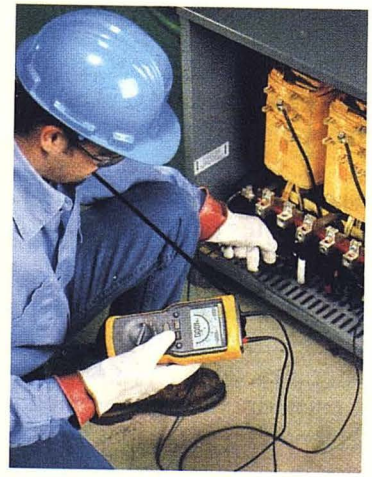


Figura 105. Medición.

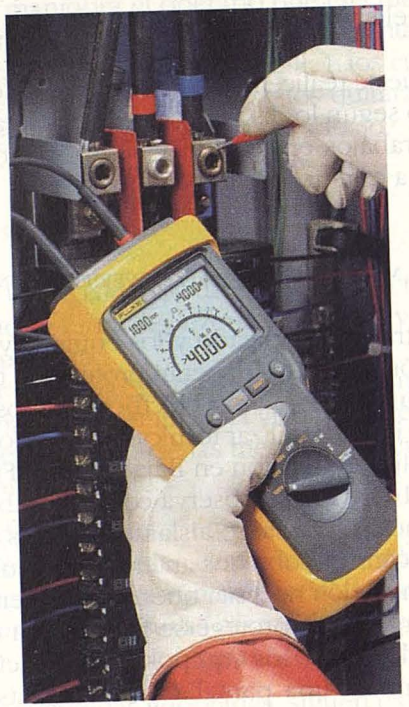


Figura 106. Medición.

Entre los equipos y materiales de protección se encuentran:

a) Los accesorios aislantes (pantallas, cubiertas, vainas, etc.) para el recubrimiento de partes activas o masas.
b Los útiles aislantes o aislados (herramientas, pinzas, puntas de prueba, etc.).
c) Las pértigas aislantes.
d) Los dispositivos aislantes o aislados (banquetas, alfombras, plataformas de trabajo, etc.).
e Los equipos de protección individual (pantallas, guantes, calzado, gafas, cascos, etc.).

Los equipos y materiales de trabajo o de protección empleados para la realización de estas operaciones se elegirán, de entre los concebidos para tal fin, teniendo en cuenta las características del trabajo y, en particular, la tensión de servicio, y se utilizarán, mantendrán y revisarán siguiendo las instrucciones de su fabricante.

Los trabajadores deberán disponer de un apoyo sólido y estable, que les permita tener las manos libres, y de una iluminación que les permita realizar su trabajo en condiciones de visibilidad adecuadas.

La zona de trabajo deberá señalizarse y/o delimitarse adecuadamente, siempre que exista la posibilidad de que otros trabajadores o personas ajenas penetren en dicha zona y accedan a elementos en tensión.

Las medidas preventivas para la realización de estas operaciones al aire libre deberán tener en cuenta las posibles condiciones ambientales desfavorables, de forma que el trabajador quede protegido en todo momento.

Las maniobras locales y las mediciones, ensayos y verificaciones sólo podrán ser realizadas por trabajadores autorizados.

Se plantean a continuación dos ejemplos que pretenden aclarar situaciones que se presentan de forma habitual en la industria.

Ejemplo 1

¿Es necesario que el interior de un cuadro eléctrico esté completamente protegido frente a contactos eléctricos directos mediante barreras, envolventes,... si el cuadro está cerrado con llave y además el trabajador que accede al mismo es un electricista?

En el cuadro de la fotografía adjunta (Figura 107) se observan a simple vista más de 28 puntos en tensión accesibles:

(1) 4 puntos en tensión a la salida del interruptor general.
(2) 12 puntos en tensión en la primera línea de fusibles (dos puntos en cada fusible, uno en la parte superior y otro en la parte inferior).
(3) 12 puntos en tensión en la segunda línea de fusibles.

Dado que:

A) Donde no se interponga una barrera física que garantice la protección frente a dichos puntos en tensión, la distancia desde cada elemento en tensión al límite exterior de la Zona de Trabajos en Tensión (Zona de Peligro) es de 50 cm.

B) Un trabajo en tensión es aquel durante el cual un trabajador entra en contacto con elementos en tensión, o entra en la zona de peligro,

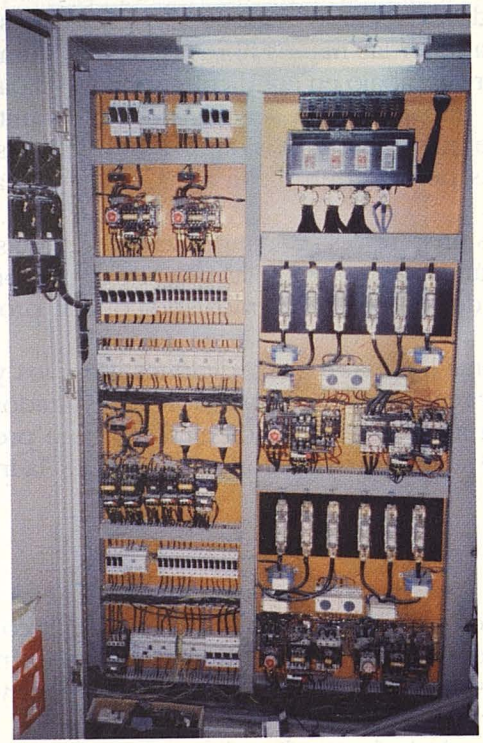


Figura 107. Cuadro eléctrico.

bien sea con una parte de su cuerpo o con las herramientas, equipos, dispositivos o materiales que manipula. Al ser prácticamente imposible que un trabajador pueda abrir el cuadro y efectuar cualquier tipo de intervención sin invadir la zona de peligro, por lo tanto no será necesario proteger las partes activas salvo que el trabajador que acceda al interior del mismo realice el trabajo como un trabajo en tensión siguiendo el «Método de contacto con protección aislante de las manos».

La experiencia demuestra que el método de trabajos en tensión en Baja tensión «Método de contacto con protección aislante de las manos» es un método poco implantado dentro de la industria por lo que, técnicamente, la mejor solución pasa por dar prioridad a la existencia de protecciones colectivas frente a la realización de un trabajo en tensión que conlleva la utilización de equipos de protección individual, la existencia de procedimientos de trabajo, etc., protegiendo de este

modo todos los elementos en tensión independientemente de que se encuentren en el interior de un cuadro eléctrico.

Ejemplo 2

Si un trabajador tiene que efectuar una maniobra sobre un interruptor cuyas partes activas están desprotegidas, ¿se debe considerar el trabajo como un trabajo en tensión ya que estamos invadiendo la zona de peligro o se debe considerar el trabajo como una maniobra? (Figura 108).

Se pueden plantear dos situaciones:

1. Si los únicos puntos en tensión accesibles en el cuadro son los que corresponden al interruptor automático sobre el que queremos hacer la maniobra (medición, ensayo, etc,...) el trabajo se considerará como una maniobra y no como un trabajo en tensión.
2. Sin embargo si hay puntos en tensión accesibles (a menos de 50 cm) distintos a los del interruptor sobre el que vamos a operar, el trabajo deberá considerarse como un trabajo en tensión.

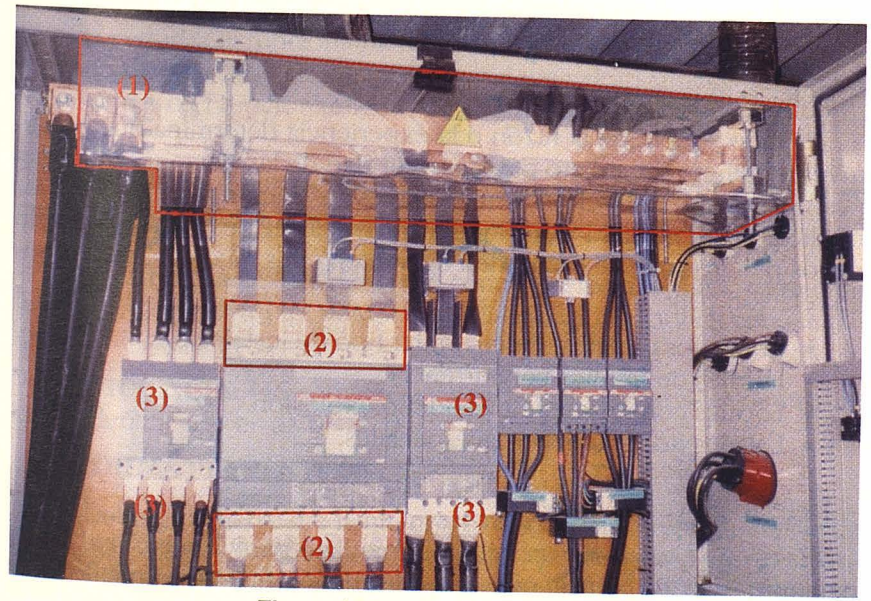


Figura 108. Cuadro eléctrico.

En este cuadro se observan partes activas protegidas mediante envolventes (1), partes activas protegidas mediante barreras (2) y partes activas sin proteger (3).

Este sería por lo tanto un claro ejemplo de trabajo en tensión ya que los puntos en tensión no son sólo los imprescindibles para poder efectuar las maniobras, mediciones, ensayos, verificaciones, etc.

Realmente la diferencia entre considerar el trabajo de una forma u otra radica principalmente en la formación exigida al trabajador que lo lleva a cabo ya que en ambos casos el método de trabajo empleado así como los equipos y materiales de trabajo y de protección utilizados deberán proteger al trabajador frente al riesgo de contacto eléctrico, arco eléctrico, explosión o proyección de materiales.

En ambos casos el trabajador debería utilizar la correspondiente pantalla facial, guantes y calzado aislante, herramientas aisladas,....

16. EJEMPLOS

Se plantean a continuación una serie de situaciones cotidianas; de cada una de ellas se señalan las deficiencias más significativas, las medidas preventivas necesarias y la calificación global de los defectos.

Los defectos pueden catalogarse como:

– Defecto muy grave

Es todo aquél que la razón o la experiencia determina que constituye un peligro inmediato para la seguridad de las personas o los bienes. Se consideran defectos muy graves los incumplimientos de las medidas de seguridad que pueden provocar el desencadenamiento de los peligros que se pretenden evitar con tales medidas, entre otros en relación con:

- Contactos directos, en cualquier tipo de instalación.
- Locales de pública concurrencia.
- Locales con riesgo de incendio o explosión.
- Locales de características especiales.

– Defecto grave

Es el que no supone un peligro inmediato para la seguridad de las personas o de los bienes, pero puede serlo al originarse un fallo en la instalación. También se incluye dentro de esta clasificación, el defecto que pueda reducir de modo sustancial la capacidad de utilización de la instalación eléctrica.

Se consideran, entre otros, como defectos graves:

- Inexistencia de medidas adecuadas de seguridad contra contactos indirectos.
- Falta de protección adecuada contra cortocircuitos y sobrecargas en los conductores.
- Falta de continuidad de los conductores de protección.
- Valores elevados de resistencia de tierra en relación con las medidas de seguridad adoptadas.
- Defectos en la conexión de los conductores de protección a las masas, cuando estas conexiones fueran preceptivas.
- Sección insuficiente de los conductores de protección.
- Falta de identificación de los conductores «neutro» y «de protección».
- Empleo de materiales, aparatos o receptores que no se ajusten a las especificaciones vigentes.

– Defecto leve

Es todo aquel que no supone peligro para las personas o los bienes, no perturba el funcionamiento de la instalación y en el que la desviación respecto de lo reglamentado no tiene valor significativo para el uso efectivo o el funcionamiento de la instalación.

1) Interior de un cuadro eléctrico en el que al abrirlo se encuentra... (Figura 109).

DEFICIENCIA: Existe riesgo de contacto eléctrico directo tanto en los bornes del interruptor automático como en los conductores que alimentan al interruptor.

DEFICIENCIA: No se respeta el código de colores, el neutro no viene identificado en azul.

MEDIDAS PREVENTIVAS:

- Debe protegerse mediante una barrera o envolvente (pantalla de metacrilato, policarbonato o similar) y señalizarse sobre la pantalla el riesgo eléctrico que garantice un IP2x (IPXXB) mínimo.
- Identificar el conductor neutro.

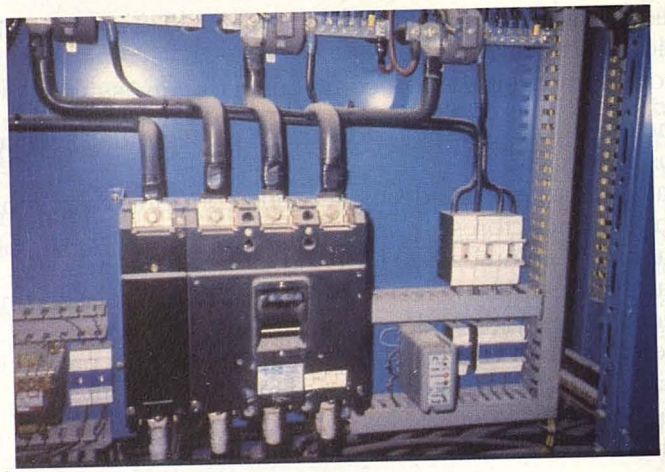


Figura 109. Cuadro eléctrico con defectos muy graves.

CALIFICACIÓN: Defecto muy grave. Sin embargo, una vez subsanado el riesgo de contacto directo, la calificación que corresponde a la ausencia de identificación del neutro es de defecto grave.

2) Interior de un cuadro eléctrico de obra (que no se encuentra siempre cerrado) en el que se detecta... (Figura 110).

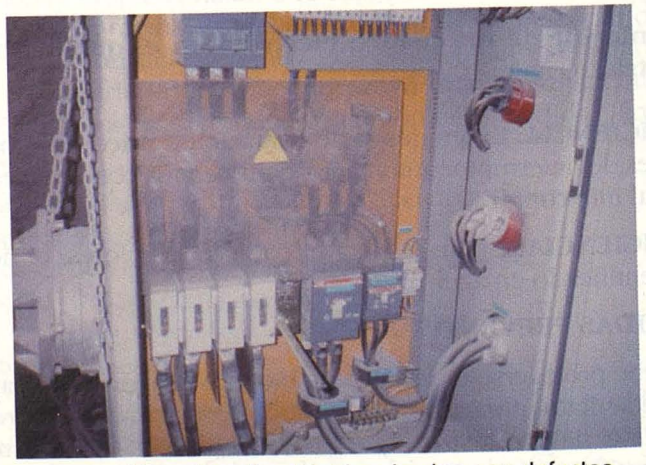


Figura 110. Cuadro eléctrico de obra con defectos.

DEFICIENCIA: Existe riesgo de contacto eléctrico directo tanto en los bornes de los fusibles como en los bornes del interruptor automático.

MEDIDA PREVENTIVA:

- Debe protegerse mediante una barrera o envolvente (pantalla de metacrilato, policarbonato o similar) y señalizarse sobre la pantalla el riesgo eléctrico que garantice un IPXXB mínimo.
- Debe mantenerse el cuadro eléctrico cerrado para evitar la llegada de polvo, humedad, etc., al interior del cuadro.

CALIFICACIÓN: Defecto muy grave.

3) Conductor conectado a base de enchufe de 220 v con pérdida de aislamiento, conductor conectado a base de enchufe de 380 v sin toma de corriente y con el conductor de protección (tierra) desconectado ... (Figura 111).

DEFICIENCIA: Perdida de aislamiento (1) del conductor conectado a la toma de 220 v.

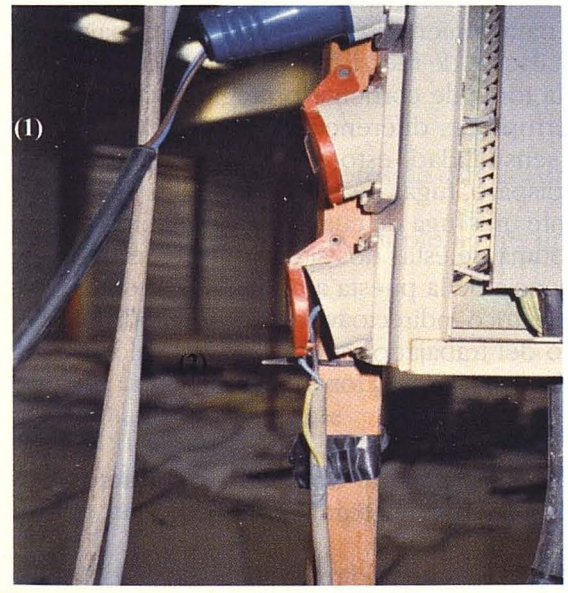


Figura 111. Cuadro eléctrico de obra con defectos.

DEFICIENCIA: Perdida de aislamiento (2) del conductor conectado a la base de 380 v, conductor sin toma de corriente y toma de tierra no conectada.

DEFICIENCIA: Contacto directo al alimentar el conductor inferior sin toma de corriente.

DEFICIENCIA: Cuadro eléctrico abierto.

MEDIDAS PREVENTIVAS:

- Eliminar el primer tramo del conductor superior (aquel que no dispone de aislamiento).
- Dotar al conductor inferior de clavija para base de enchufe de 380 v conectando eficazmente la toma de tierra.
- Mantener el cuadro cerrado.

CALIFICACIÓN: Defecto muy grave. Esta calificación corresponde al riesgo de contacto directo, la calificación correspondiente al resto de defectos sería de defecto grave.

Observaciones: El conductor inferior dispone de toma de tierra pero esta no está conectada, además la base de enchufe (color rojo) está prevista para alimentar a un equipo que trabaje a 380 v, es por lo tanto una instalación de fuerza (o potencia), por ello lo más habitual es encontrar esta toma de corriente protegida por un diferencial de 300 mA. Los interruptores diferenciales deben disparar entre el 50 y el 100% de su sensibilidad, esto quiere decir que un diferencial debe permitir, sin disparo, fugas de al menos 150 mA (pudiendo disparar el diferencial ante una fuga de cualquier valor comprendido entre 150 y 300 mA). La suma de estas dos situaciones muestra el verdadero peligro de la ausencia de la puesta a tierra de este equipo ya que en caso de contacto eléctrico indirecto toda la corriente de defecto va a circular por el cuerpo del trabajador superando los valores de corriente que pueden producir una fibrilación ventricular.

4) Cuadro eléctrico de obra con conductores alimentados sin toma de corriente ... (Figura 112).

DEFICIENCIA: Contacto directo al alimentar varios conductores sin clavija (1,...).



Figura 112. Conexiones con defectos muy graves.

DEFICIENCIA: Cuadro eléctrico en el suelo.

DEFICIENCIA: Perdida de aislamiento de varios de los conductores conectados tanto a la toma de 380 v como a la de 220 v.

DEFICIENCIA: Conductores sin clavija y tomas de tierra no conectadas.

MEDIDAS PREVENTIVAS:

- Dotar a cada uno de los conductores de clavija conectando eficazmente la toma de tierra.
- Retirar el cuadro del suelo colocándolo sobre una estructura que lo soporte.

CALIFICACIÓN: Defecto muy grave.

Observaciones: deben evitarse las reparaciones provisionales de los conductores mediante cinta aislante

5) Interior de un cuadro eléctrico de obra en el que se detecta ... (Figura 113).

DEFICIENCIA: Puerta del cuadro sin conexión a tierra (1).

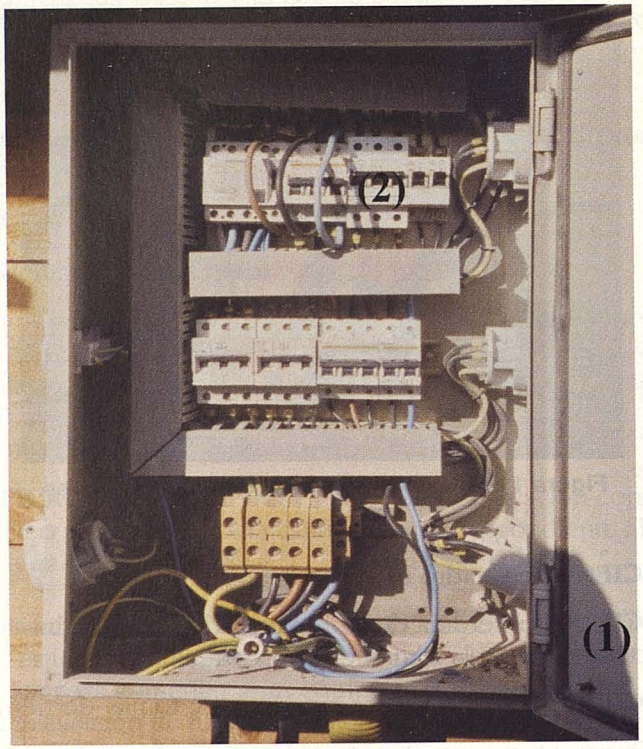


Figura 113. Cuadro eléctrico con defecto leve.

DEFICIENCIA: Interruptor automático puenteado (2).

MEDIDA PREVENTIVA:

- Conectar a tierra la puerta del cuadro.
- Retirar el puenteo del interruptor.

CALIFICACIÓN: Defecto grave.

6) Interior de un cuadro eléctrico de obra (que evidentemente no se encuentra siempre cerrado) en el que se detecta ... (Figura 114).

DEFICIENCIA: El cuadro no alcanza el IP mínimo para una obra de construcción (1).



Figura 114. Cuadro eléctrico con defectos graves.

DEFICIENCIA: Cuadro eléctrico abierto (2).

MEDIDA PREVENTIVA:

- Reparar el cuadro hasta alcanzar un IP 45 como mínimo.
- Mantener el cuadro cerrado.

CALIFICACIÓN: defecto grave.

7) Toma de corriente que mediante una ficha y un enchufe alimenta 2 conductores... (Figura 115).

DEFICIENCIA: Ficha (1) utilizada como ladrón (derivación).

DEFICIENCIA: Conexión sin distribuir el conductor de protección (tierra).

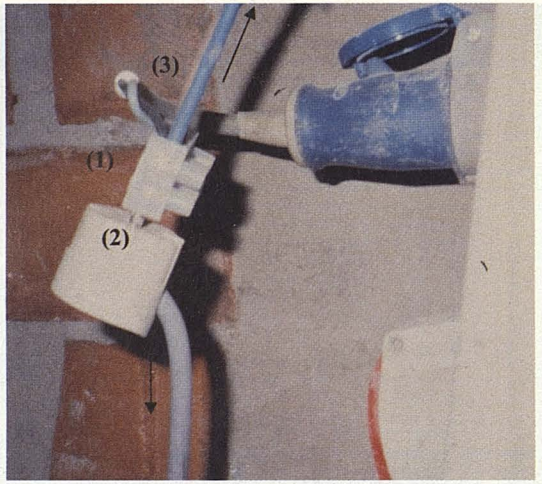


Figura 115. Toma de corriente con defecto grave.

DEFICIENCIA: Conductor con pérdida de aislamiento (3).

DEFICIENCIA: Enchufe utilizado como «ladrón».

MEDIDA PREVENTIVA:

- No utilizar las fichas como «ladrones».
- Distribuir el conductor de tierra
- Eliminar el primer tramo del conductor superior (aquel que no dispone de aislamiento).

CALIFICACIÓN: Defecto grave.

8) Interior de un cuadro situado junto a una manguera de agua ... (Figura 116).

DEFICIENCIA: Conductor (inferior) conectado a la toma de 380 v, toma de tierra no conectada (1).

DEFICIENCIA: Conductor (superior), toma de tierra conectada a la estructura del cuadro (2).

DEFICIENCIA: Interior del cuadro sucio.

DEFICIENCIA: Manguera de agua en la proximidad del cuadro.

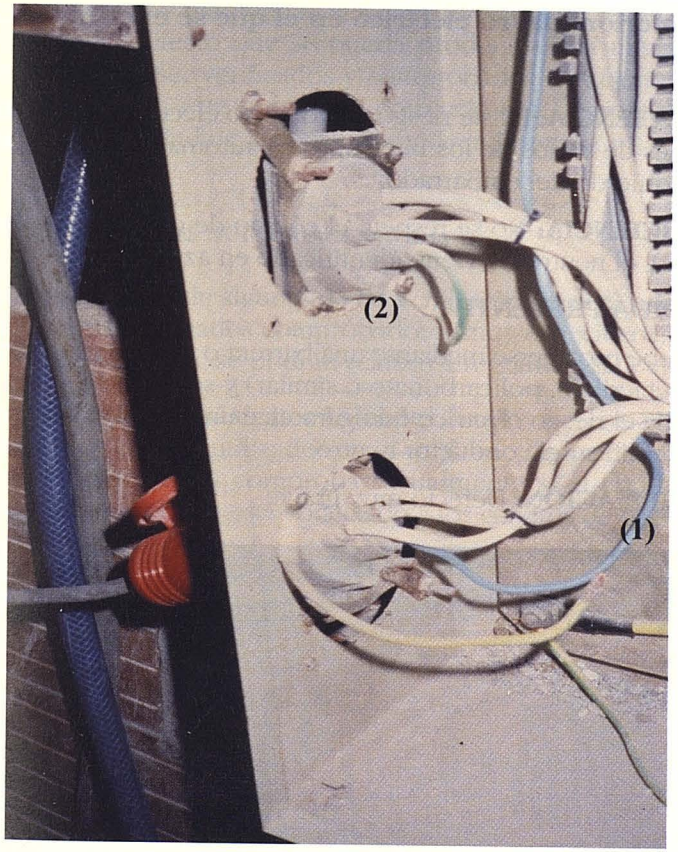


Figura 116. Cuadro eléctrico con defecto muy grave.

MEDIDA PREVENTIVA:

- Conectar a tierra el conductor de protección del conductor inferior.
- Mantener el cuadro cerrado.
- Retirar la manguera de agua de la proximidad del cuadro.

CALIFICACIÓN: Defecto muy grave.

Observaciones: las tomas de tierra deben distribuirse siempre en paralelo con objeto de asegurar su independencia. En la situación inicial las tierras están distribuidas en serie.

9) Interior cuadro eléctrico en el que se encuentra ... (Figura 117).

DEFICIENCIA: Existe riesgo de contacto eléctrico directo tanto en los bornes de varios de los interruptores automáticos como en el extremo izquierdo del embarrado.

DEFICIENCIA: No se respeta el código de colores (en alguno de los casos), el neutro no viene identificado en azul.

MEDIDA PREVENTIVA:

- Debe protegerse mediante una barrera o envolvente (pantalla de metacrilato, policarbonato o similar) y señalizarse sobre la pantalla el riesgo eléctrico que garantice un IPXXB mínimo.
- Identificar el conductor neutro.

CALIFICACIÓN: Defecto muy grave.

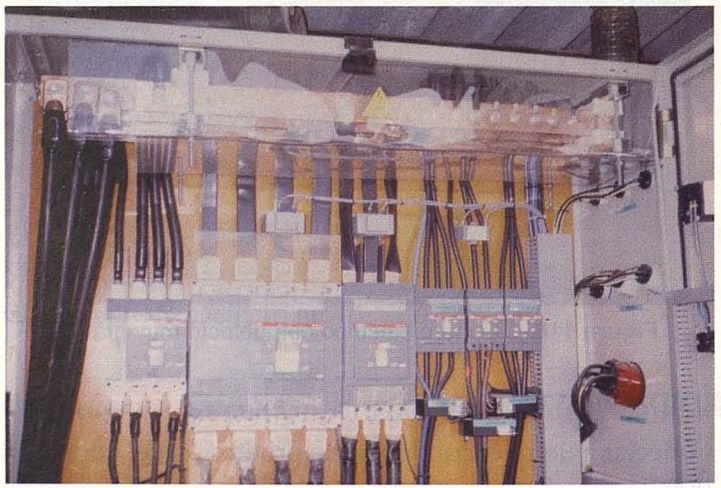


Figura 117. Cuadro eléctrico con defectos muy graves.

17. REVISIONES Y COMPROBACIONES EN INSTALACIONES ELÉCTRICAS

Como anteriormente se ha indicado, los sistemas de protección se basan en que determinados dispositivos y elementos de la instalación eléctrica conserven y mantengan sus características de respuesta ante un determinado defecto que se pueda producir en la misma. Estos dispositivos deben ser verificados y comprobados con cierta periodicidad con objeto de que funcionen correctamente, garantizando de este modo la seguridad de las personas y de la instalación.

17.1. Comprobaciones en Instalaciones eléctricas

Para la realización de algunas de las verificaciones, será necesario la utilización de determinados comprobadores muy específicos; otras en cambio, como veremos, se podrán realizar sin grandes dificultades.

Comprobaciones básicas e iniciales, harán referencia a la identificación de los colores utilizados en el cableado de los cuadros eléctricos, también se podrá comprobar usualmente si el conductor de protección o toma a tierra está conectado a los cuadros de distribución, si éste lo requiere.

Comprobación de tensión y fase/neutro, otra verificación muy sencilla, se puede efectuar mediante un busca polos (pequeño destornillador que tiene conectada en serie una resistencia y una lamparita de neón). Cuando introducimos un extremo del busca polos en un enchufe y tocamos con el dedo la parte opuesta, la lamparita de neón se iluminará si el borne tocado es una fase, si no es así se tratará del neutro o del conductor de protección. Si el busca polos se ilumina al tocar más de un borne se tratará de una distribución bifásica o trifásica: de esta forma podemos distinguir cuáles son los cables que llevan tensión.

Verificación sobre si un enchufe tiene toma a tierra, basta con medir la tensión con un voltímetro entre una fase y el borne de tierra; si la tensión es muy baja o nula, una de dos; o la tierra es muy mala o al enchufe no se le ha distribuido el conductor de protección.

Verificación de que una determinada máquina está puesta a tierra, basta con medir mediante un voltímetro la tensión entre una fase de cualquier enchufe y la bancada de la máquina; si el voltímetro no indica tensión, es seguro que la máquina no está puesta a tierra, en ese caso hay que recordar que para que esta máquina tenga una protección diferencial permisible, el interruptor diferencial será como máximo de una sensibilidad de 30 mA.

No obstante, debe observarse que tanto con esta medición como con la anterior, sólo se puede comprobar la existencia o no de toma de tierra pero no conocer su valor, por lo que esta medición no permite conocer su idoneidad.

Medida de la continuidad de los conductores de protección y de las uniones equipotenciales principales y suplementarias

Esta medición se efectúa mediante un ohmímetro que aplica una intensidad continua del orden de 200 mA con cambio de polaridad, y equipado con una fuente de tensión continua capaz de genera de 4 a 24 voltios de tensión continua en vacío (Figura 118). Los circuitos probados deben estar libres de tensión. Si la medida se efectúa a dos hilos es necesario descontar la resistencia de los cables de conexión del valor de resistencia medido.

En la figura se ilustra la medida del valor de la resistencia óhmica del conductor de protección que une dos bases de enchufe, mediante un comprobador de baja tensión multifunción, válido para otros tipos de comprobaciones, no obstante, un Simple ohmímetro con medida de resistencia a dos hilos seria suficiente para esta verificación.

Con la lectura del ohmímetro, y supuesta conocida la longitud de los conductores se puede deducir la sección.

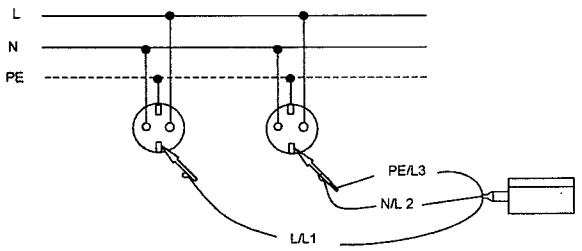


Figura 118. Medida de la resistencia de un conductor de protección.

Medida de la resistencia de puesta a tierra

Estas medidas se efectúan mediante un telurómetro, que inyecta una intensidad de corriente alterna conocida, a una frecuencia superior a los 50 Hz, y mide la caída de tensión, de forma que el cociente entre la tensión medida y la corriente inyectada nos da el valor de la resistencia de puesta a tierra (Figura 119).

La conexión se efectúa a tres terminales tal y como se indica en la figura, de forma que la intensidad se inyecta entre E y H, y la tensión se mide entre S y ES. El electrodo de puesta a tierra está representado por RE, mientras que las otros dos electrodos hincados en el terreno son dos picas auxiliares de unos 30 cm de longitud que se suministran con el propio telurómetro. Los tres electrodos se deben situar en línea recta.

Durante la medida, el electrodo de puesta a tierra cuya resistencia a tierra (Rt) se desea medir debe estar desconectado de los conductores de puesta a tierra. La distancia entre la sonda (S) y el electrodo de puesta a tierra (E/ES), al igual que la distancia entre (S) y la pica auxiliar (H) debe ser al menos de 20 metros. Los cables no se deben cruzar entre sí para evitar errores de medida por acoplamientos capacitivos.

La medida efectuada se puede considerar como correcta si cuando se desplaza la pica auxiliar (S) de su lugar de hincado un par de metros a izquierda y derecha en la línea recta formada por los tres electrodos el valor de resistencia medido no experimenta variación. En caso contrario es necesario ampliar la distancia entre los tres electrodos de medida hasta que se cumpla lo anterior.

Mediante telurómetros que permiten una conexión a cuatro terminales se puede medir también la resistividad del terreno.

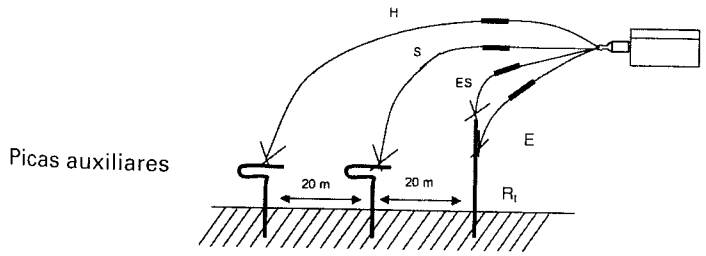


Figura 119. Medida de la resistencia de puesta a tierra RE.

Medida de la resistencia de aislamiento de suelos y paredes

La resistencia de aislamiento se debe medir con un megóhmetro entre un electrodo de unas dimensiones especificadas que se apoya sobre el suelo o la pared a medir y el conductor de protección de tierra de la instalación (Figura 120).

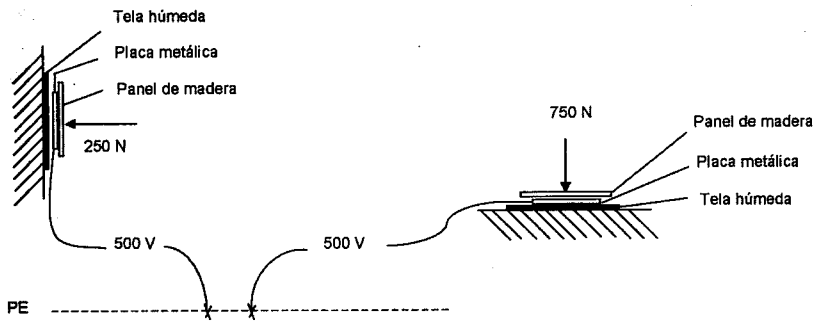


Figura 120. Medida de la resistencia de aislamiento de suelos o paredes.

Para comprobar los valores anteriores deben hacerse al menos tres medidas en el mismo local, una de esas medidas estando situado el electrodo, aproximadamente a 1m de un elemento conductor accesible en el local. Las otras dos medidas se efectuarán a distancias superiores. Esta serie de tres medidas debe repetirse para cada superficie importante del local. Se utilizará para las medidas un megóhmetro capaz de suministrar en vacío una tensión de unos 500 voltios de corriente continua, (1.000 voltios si la tensión nominal de la instalación es superior a 500 voltios).

Se pueden utilizar dos electrodos de medida (el tipo 1, o el tipo 2), aunque es recomendable utilizar el tipo 1.

El electrodo de medida tipo 1 está constituido por una placa metálica cuadrada de 250 mm de lado y un papel o tela hidrófita mojada y escurrida de unos 270 mm de lado que se coloca entre la placa y la superficie a ensayar. Durante las medidas se aplica a la placa una fuerza de 750 N o 250 N según se trate de suelo o paredes.

El electrodo de medida tipo 2 está constituido por un triángulo metálico, donde los puntos de contacto con el suelo o pared están colocados próximos a los vértices de un triángulo equilátero. Cada una de las piezas de contacto que le sostiene, está formada por una base flexible que garantiza, cuando está bajo el esfuerzo indicado, un contacto íntimo con la superficie a ensayar de aproximadamente 900 mm^2, presentando una resistencia inferior a 5.000 ohmios. En este caso antes de efectuar las medidas la superficie a ensayar se moja o se cubre con una tela húmeda. Durante la medida, se aplica sobre el triángulo metálico una fuerza de 750 N o 250 N, según se trate de suelos o paredes.

Medida de corrientes de fuga, es conveniente efectuar para cada uno de los circuitos protegidos con interruptores diferenciales la medida de corrientes de fuga, a la tensión de servicio de la instalación y con los receptores conectados. Los valores medidos deben ser igualmente inferiores a la mitad de la sensibilidad de los interruptores diferenciales instalados para protección de cada uno de los circuitos. Mediante este método es posible detectar un circuito o receptor que presente un defecto de aislamiento o que tenga una corriente de fugas superior a la de la sensibilidad de los interruptores diferenciales de la instalación, llegando en casos extremos a disparar el o los diferenciales de protección, en cuyo caso sería necesario cuentearlos para poder localizar el circuito o receptor averiado.

La medida se efectúa mediante una tenaza amperimétrica de sensibilidad mínima de 1mA, que se coloca abrazando los conductores activos (de fase y el neutro), de forma que la tenaza mide la suma vectorial de las comentes que pasan por los conductores que abraza, si la suma no es cero la instalación tiene una intensidad de fuga que circulará por los conductores de puesta a tierra de los receptores instalados aguas abajo del punto de medida. Este tipo de pinzas suelen llevar un filtro que nos permite hacer la medida a la frecuencia de red (50Hz) o para intensidades de alta frecuencia.

No hay que confundir la corriente de defecto con la corriente de fuga, ya que esta última se da en mayor o menor medida en todo tipo de receptores en condiciones normales de funcionamiento, sobre todo en receptores que lleven filtros para combatir interferencias, como los formados por condensadores conectados a tierra . Un ejemplo son los balastos electrónicos de alta frecuencia asociados a los tubos fluorescentes.

Medida de la impedancia de bucle, la medida del valor de la impedancia de bucle es necesaria para comprobar el correcto funcionamiento de los sistemas de protección basados en la utilización de fusibles o interruptores automáticos en sistemas de distribución TN, e IT principalmente.

Estos sistemas de protección requieren determinar la intensidad de cortocircuito prevista fase tierra, para comprobar que para ese valor de intensidad de cortocircuito el tiempo de actuación del dispositivo de protección de máxima intensidad es menor que un tiempo especificado. Este tiempo depende del esquema de distribución utilizado y de la tensión nominal entre fase y tierra, de la instalación (Tablas 25 y 26).

Tabla 25. Tiempos de interrupción máximos especificados para esquemas TN

U_0 (V)	Tiempos de interrupción (s)
230	0,4
400	0,2
> 400	0,1

Tabla 26. Tiempos de interrupción máximos especificados para esquemas IT

Tensión nominal de la instalación (U_o/U)	Tiempo de interrupción (s)	
	Neutro no distribuido	Neutro distribuido
230/400	0,4	0,8
400/690	0,2	0,4
580/1000	0,1	0,2

Los medidores de impedancia de bucle son instrumentos que miden directamente el valor de esta impedancia y que calculan mediante un procesador el valor de la intensidad de cortocircuito prevista.

Durante este tipo de medidas es necesario puentear provisionalmente cualquier interruptor diferencial instalado aguas arriba del punto de prueba. Esta medida se debe efectuar con la instalación en tensión. Como estas medidas se efectúan a dos hilos es necesario descontar la resistencia de los cables de conexión de la medida.

Además de la medida de la impedancia de bucle entre fase y tierra (L-PE), también es posible mediante estos instrumentos determinar la impedancia de bucle entre cualquier fase y el conductor neutro (L-N), así como entre dos fases cualesquiera para instalaciones trifásicas.

Medida de la tensión de contacto y comprobación de los interruptores diferenciales

Para garantizar la seguridad de la instalación se tienen que dar dos condiciones, la primera que la tensión de contacto que se pueda presentar en la instalación en función de los diferenciales instalados sea

menor que el valor límite convencional (50 v ó 24 v), y la segunda que los diferenciales funcionen correctamente.

a) Medida de la tensión de contacto

En la práctica los medidores de impedancia de bucle que sirven también para medir el valor de la tensión de contacto no suelen ser capaces de medir únicamente el valor de la resistencia Rt, sino que miden el valor de la impedancia de todo el bucle indicado en la figura anterior incluyendo la resistencia de tierra del centro de transformación (Rn), de forma que se obtiene un valor superior al valor buscado de Rt. Finalmente el medidor multiplica este valor por la intensidad asignada del interruptor diferencial que nosotros hayamos seleccionado para obtener así la tensión de contacto:

$$Vc = Z_S \times I_A$$

Donde:

Vc: Tensión de contacto calculada por el medidor.

Zs: impedancia de bucle de defecto (mayor que la resistencia de puesta a tierra R_A).

I_A: sensibilidad del diferencial que hemos programado en el medidor.

Como la impedancia de bucle es siempre mayor que la de puesta a tierra el valor de la tensión de contacto medida siempre será mayor que el valor real y estaremos del lado de la seguridad. Obviamente la instalación es segura si la tensión de contacto medida es menor que la tensión de contacto límite convencional.

b) Comprobación de los interruptores diferenciales

La comprobación de diferenciales requiere de un aparato capaz de inyectar a través del diferencial bajo prueba una corriente de fugas especificada y conocida que según su valor deberá hacer disparar al diferencial. Para hacer la prueba el comprobador se conecta en cualquier base de enchufe aguas abajo del diferencial en ensayo, estando la instalación en servicio. Además cuando dispare el diferencial el comprobador debe ser capaz de medir el tiempo que tardó en disparar desde el instante en que se inyectó la intensidad de fugas.

Normalmente estos equipos inyectan una corriente senoidal, pero para comprobar algunos diferenciales especiales a veces es necesario

también que sean capaces de inyectar corriente alterna rectificada de media onda o una corriente continua. Las pruebas habituales para comprobar el funcionamiento de un diferencial del tipo general son las siguientes:

- Se inyecta una intensidad mitad de la intensidad diferencial residual asignada, con un ángulo de fase de corriente respecto de la onda de tensión de 0°, y el diferencial no debe disparar.
- Se repite la prueba anterior con un ángulo de fase de 180° y el diferencial no debe disparar.
- Se inyecta una intensidad igual la intensidad diferencial residual asignada, con un ángulo de fase de corriente respecto de la onda de tensión de 0°, y el diferencial debe disparar en menos de 200 ms.
- Se repite la prueba anterior con un ángulo de fase de 180° y el diferencial debe disparar en menos de 200 ms.
- Se inyecta una intensidad igual al doble de la intensidad diferencial residual asignada, con un ángulo de fase de corriente respecto de la onda de tensión de 0°, y el diferencial debe disparar en menos de 150 ms.
- Se repite la prueba anterior con un ángulo de fase de 180° y el diferencial debe disparar en menos de 150 ms.
- Se inyecta una intensidad igual a cinco veces la intensidad diferencial residual asignada, con un ángulo de fase de corriente respecto de la onda de tensión de 0°, y el diferencial debe disparare en menos de 40 ms.
- Se repite la prueba anterior con un ángulo de fase de 180° y el diferencial debe disparar en menos de 40 ms.

Para los diferenciales selectivos del tipo S las pruebas tienen otros límites de aceptación.

Comprobación de la secuencia de fases

Esta comprobación se efectúa mediante un equipo específico o utilizando un comprobador multifunción de baja tensión que tenga esta capacidad. Esta medida es necesaria por ejemplo si se van a conectar motores trifásicos, de forma que se asegure que la secuencia de fases es directa antes de conectar el motor.

17.2. Revisiones en Instalaciones eléctricas

En España las instalaciones eléctricas en baja tensión deberán ser verificadas, previamente a su puesta en servicio y según corresponda en función de sus características, siguiendo la metodología de la norma UNE 20.460-6-61, por parte de las empresas instaladoras que las realicen.

Las instalaciones eléctricas en baja tensión de especial relevancia que se citan a continuación, deberán ser objeto de inspección por un Organismo de Control, a fin de asegurar, en la medida de lo posible, el cumplimiento reglamentario a lo largo de la vida de dichas instalaciones.

Las inspecciones podrán ser iniciales, antes de la puesta en servicio de las instalaciones o periódicas.

Inspecciones iniciales: serán objeto de inspección, una vez ejecutadas las instalaciones, sus ampliaciones o modificaciones de importancia y previamente a ser documentadas ante el Organo competente de la Comunidad Autónoma, las instalaciones siguientes:

- Instalaciones industriales que precisen proyecto, con una potencia instalada superior a 100 kW.
- Locales de Pública Concurrencia.
- Locales con riesgo de incendio o explosión, de clase I, excepto garajes de menos de 25 plazas.
- Locales mojados con potencia instalada superior a 25 kW.
- Piscinas con potencia instalada superior a 10 kW.
- Quirófanos y salas de intervención.
- Instalaciones de alumbrado exterior con potencia instalada superior 5 kW.

Serán objeto de inspecciones periódicas, cada 5 años, todas las instalaciones eléctricas en baja tensión que precisaron inspección inicial, y cada 10 años, las comunes de edificios de viviendas de potencia total instalada superior a 100 kW.

Los Organismos de Control realizarán la inspección de las instalaciones sobre la base de las prescripciones que establezca el Reglamento de aplicación y, en su caso, de lo especificado en la documentación técnica. La empresa instaladora, si lo estima conveniente, podrá asistir a la realización de estas inspecciones.

Como resultado de la inspección, el Organismo de Control emitirá un Certificado de Inspección, en el cual figurarán los datos de identifi-

cación de la instalación y la posible relación de defectos, con su clasificación, y la calificación de la instalación, que podrá ser:

- *Favorable:* Cuando no se determine la existencia de ningún defecto muy grave o grave. En este caso, los posibles defectos leves se anotarán para constancia del titular, con la indicación de que deberá poner los medios para subsanarlos antes de la próxima inspección. Asimismo, podrán servir de base a efectos estadísticos y de control del buen hacer de las empresas instaladoras.
- *Condicionada:* Cuando se detecte la existencia de, al menos, un defecto grave o defecto leve procedente de otra inspección anterior que no se haya corregido. En este caso:
  a) Las instalaciones nuevas que sean objeto de esta calificación no podrán ser suministradas de energía eléctrica en tanto no se hayan corregido los defectos indicados y puedan obtener la calificación de favorable.
  b) A las instalaciones ya en servicio se les fijará un plazo para proceder a su corrección, que no podrá superar los 6 meses. Transcurrido dicho plazo sin haberse subsanado los defectos, el Organismo de Control deberá remitir el Certificado con la calificación negativa al Organo competente de la Comunidad Autónoma.
- *Negativa:* Cuando se observe, al menos, un defecto muy grave. En este caso:
  a) Las nuevas instalaciones no podrán entrar en servicio, en tanto no se hayan corregido los defectos indicados y puedan obtener la calificación de favorable.
  b) A las instalaciones ya en servicio se les emitirá Certificado negativo, que se remitirá inmediatamente al Organo competente de la Comunidad Autónoma.

Las instalaciones eléctricas de los lugares de trabajo se utilizarán y mantendrán en la forma adecuada y el funcionamiento de los sistemas de protección se controlará periódicamente, de acuerdo a las instrucciones de sus fabricantes e instaladores, si existen, y a la propia experiencia del explotador. Por este motivo cualquier instrucción respecto al mantenimiento de los sistemas de protección indicada por los fabricantes de dichos sistemas se convierte en una revisión legalmente exigible. Un ejemplo de estas obligaciones legales es la comprobación mensual del pulsador de prueba, test, de los interruptores diferenciales.

Respecto a la revisión de las tomas de tierra, por la importancia que ofrece, desde el punto de vista de la seguridad cualquier instalación de toma de tierra, deberá ser obligatoriamente comprobada por el Director de la Obra o Instalador Autorizado en el momento de dar de alta la instalación para su puesta en marcha o en funcionamiento.

Una vez instalada, personal técnicamente competente efectuará la comprobación de la instalación de puesta a tierra, al menos anualmente, en la época en la que el terreno esté mas seco. Para ello, se medirá la resistencia de tierra, y se repararán con carácter urgente los defectos que se encuentren.

En los lugares en que el terreno no sea favorable a la buena conservación de los electrodos, éstos y los conductores de enlace entre ellos hasta el punto de puesta a tierra, se pondrán al descubierto para su examen, al menos una vez cada cinco años.

18. EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL

Calzado aislante de la electricidad para trabajos en instalaciones de baja tension en 50321

Es aquel calzado que protege al usuario contra el choque eléctrico cuando se usa junto con otros equipos de protección aislantes de la electricidad tales como guantes o junto con accesorios aislantes de la electricidad como alfombras impidiéndose así el paso de una corriente peligrosa por el cuerpo a través de los pies. Es de aplicación a aquellos trabajos realizados en instalaciones en tensión o en proximidad, cuya tensión sea igual o inferior a 1000 V en corriente alterna o 1500 V en continua.

El calzado se clasifica, en función de la tensión nominal de la instalación en la que se utilice, en:

- *Clase eléctrica 00,* para utilización en instalaciones cuya tensión nominal sea como máximo 500 V en corriente alterna (c.a.) o 750 V en corriente continua (c.c.). Se identifica mediante color marrón claro (beige).
- *Clase eléctrica 0,* para utilización en instalaciones cuya tensión nominal sea como máximo 1000 V en corriente alterna (c.a.) o 1500 V en corriente continua (c.c.). Se identifica mediante color rojo.

Además de los requisitos generales de los calzados de protección, deberán tener el siguiente marcado adicional:

- Símbolo (doble triángulo);
- Clase;
- Número de serie o lote;
- Año y mes de fabricación.

Las instrucciones de utilización deberán estar en el idioma del usuario y no contener información ambigua. Deberán incluir:

- Nombre del fabricante o de su representante.
- Tipo, nombre comercial o código del producto.
- Número de esta norma (EN 50321).
- Explicación del símbolo «doble triángulo».
- Información acerca del hecho de que el calzado aislante de la electricidad no puede utilizarse como único equipo de protección y que es necesaria la utilización simultánea de otros equipos de protección compatibles y adecuados a los riesgos presentes en el trabajo.
- Instrucciones de utilización en lo que respecta al riesgo potencial de pérdida de protección debido al envejecimiento o a la limpieza inapropiada.
- Información acerca de las inspecciones periódicas y el modo en que deben ser registradas en el espacio previsto. Las inspecciones periódicas consisten en un completo examen visual y si es necesario en un ensayo eléctrico.
- Información sobre su almacenamiento, utilización, limpieza y mantenimiento con los periodos máximos entre cada verificación.
- Información sobre que no deberán ser comprimidos o flexionados ni almacenados cerca de cualquier fuente de calor ni ser expuestos durante largos periodos de tiempo a la luz del sol, luz artificial u otras fuentes de ozono. Se recomienda que la temperatura de almacenamiento se mantenga en el intervalo (20±15) °C.
- Antes de cada utilización, se deberá someter a un cuidadoso examen visual. Si se detectan daños físicos o químicos por ligeras roturas, el calzado no debe ser usado.
- El calzado aislante no debe ser utilizado en situaciones en que exista riesgo de corte, perforación, agresión mecánica o agresión química que puedan reducir parcialmente sus propiedades aislantes. Debe adoptarse especial cuidado cuando el calzado vaya a ser utilizado en condiciones húmedas.

- Si el calzado resultara sucio o contaminado (aceite, alquitrán, pintura, etc.), especialmente el corte, deberá ser cuidadosamente limpiado y secado en su exterior siguiendo las recomendaciones del fabricante.

Guantes y manoplas aislantes para trabajos eléctricos. EN 60903

Los guantes y manoplas de material aislante se pueden clasificar por su clase en función de la tensión de prueba y de la tensión mínima soportada (Tablas 27 y 28) y por sus propiedades especiales (Tabla 5):

Tabla 27

Clase	Tensión de prueba (kV valor eficaz)	Tensión mínima soportada (kV)
00	2,5	5

Tabla 28

Categoría	Resistencia
A	Ácido
H	Aceite
Z	Ozono
M	Mecánica (nivel más alto)
R	Todas las anteriores (A + H + Z + M)
C	A muy bajas temperaturas

- Se debe tener especial precaución para que los guantes no se aplasten ni se doblen, ni se coloquen en las proximidades de tuberías de vapor, radiadores u otras fuentes de calor artificial, o se expongan directamente a los rayos del sol, a la luz artificial y otras fuentes de ozono. Se recomienda que la temperatura ambiente esté comprendida entre los 10 °C y los 21 °C,
- Los guantes deben examinarse antes de cada uso para comprobar si hay escapes de aire, y deben ser examinados mediante una inspección visual. Si alguno de los guantes de un par se creyera que no está en condiciones, hay que desechar el par completo.

- Los guantes no deberán exponerse innecesariamente al calor o a la luz, ni ponerse en contacto con aceite, grasa, trementina, alcohol o un ácido enérgico.
- Si se utilizan otros guantes protectores al mismo tiempo que los guantes de goma para usos eléctricos, éstos se colocarán por encima de los guantes de goma.
- Si los guantes protectores se humedecen, o se manchan de aceite o grasa, hay que quitárselos.
- Si los guantes se ensucian hay que lavarlos con agua y jabón, a una temperatura que no supere la recomendada por el fabricante, secarlos a fondo y espolvorearlos con talco. Si siguen pegadas al guante masas aislantes como alquitrán o pintura, deberán frotarse inmediatamente las partes afectadas con un disolvente adecuado, evitando usar una cantidad excesiva del mismo, lavándolas a continuación y tratándolas como está prescrito. No utilizar petróleo, parafina o alcohol para eliminar tales masas. Los guantes que se mojen durante el uso, o al lavarlos, deben ser secados a fondo, pero sin que la temperatura de los guantes supere los 65 °C.
- Para los guantes de las clases 00 la verificación de escapes de aire y la inspección visual se considera suficiente no siendo necesario el ensayo dieléctrico individual.

Respecto al marcado del guante (Figura 121), cada uno de ellos deberá llevar las marcas que se indican en la figura anexa (símbolo del doble triángulo; nombre, marca registrada o identificación del fabricante; categoría, si procede; talla; clase; mes y año de fabricación).

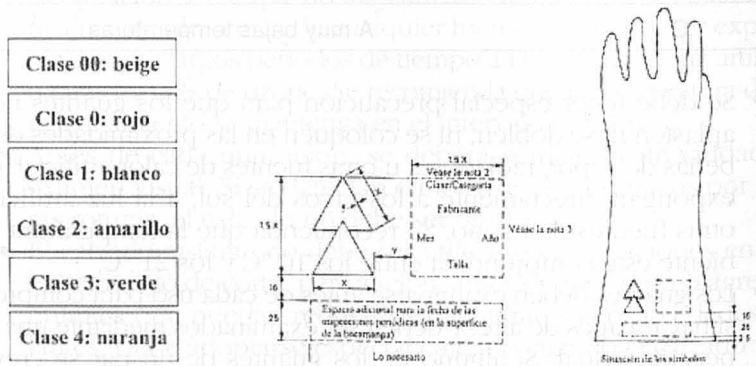


Figura 121. Marcado de guantes.

Además cada guante deberá llevar las marcas siguientes:

- Una banda rectangular que permita la inscripción de la fecha de puesta en servicio, de las verificaciones y de los controles periódicos.
- Una banda sobre la que puedan perforarse agujeros. Esta banda se fija al borde de la bocamanga y las fechas de puesta en servicio, verificaciones y controles periódicos se dan por medio de perforaciones que deberán situarse a 20 mm como máximo de la periferia de la bocamanga. Esta banda perforada no se admite en guantes de las Clases 3 y 4.
- Otra marca cualquiera apropiada que permita conocer las fechas de puesta en servicio, verificaciones y controles periódicos.

Las marcas serán indelebles, fácilmente legibles y no disminuirán la calidad del guante.

Es muy importante que el fabricante proporcione la información sobre la tensión máxima de utilización. Este certificado del fabricante debería acompañarse con el folleto informativo y debería extenderse por cada lote de fabricación.

Protección ocular en 166

Los únicos protectores oculares que suministran protección frente al arco eléctrico son las pantallas faciales por lo tanto no está permitida la utilización (sin pantalla) de gafas de montura integral o universal,

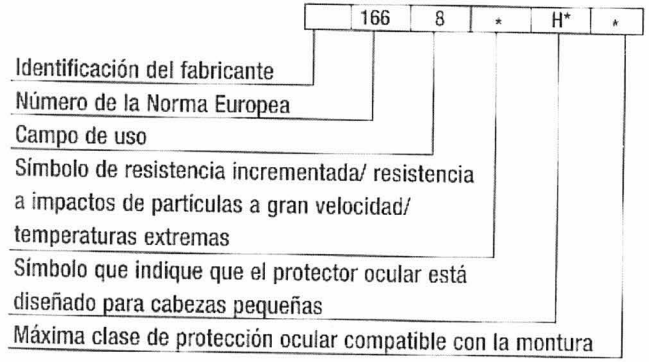


Figura 122. Marca en oculares.

Estas pantallas deben disponer en la montura del marcado indicado en la figura 122. En este marcado debe venir indicado en el tercer campo el número 8 que indica su aptitud frente al arco eléctrico.

Junto con cada protector de los ojos, ocular y montura de repuesto, el fabricante debe proporcionar entre otros, los siguientes datos:

- Nombre y dirección del fabricante o mandatario.
- Instrucciones relativas al almacenamiento, uso y mantenimiento,
- Instrucciones específicas relativas a la limpieza y desinfección.
- Detalles concernientes a los campos de uso, nivel de protección y prestaciones.
- Detalles relativos a los accesorios apropiados y piezas de recambio, así como las instrucciones sobre el montaje.
- Si es aplicable, la fecha límite de uso o duración de la puesta fuera de servicio aplicable al protector completo y/o las piezas sueltas.
- Si es aplicable, el tipo de embalaje adecuado para el transporte.

ROPA AISLANTE DE PROTECCION PARA TRABAJOS EN INSTALACIONES DE BAJA TENSION. EN 50286

Esta norma se aplica a la ropa de protección aislante de la electricidad utilizada por trabajadores que operen sobre o en la proximidad de partes en tensión de instalaciones de baja tensión a tensión nominal de hasta 500 V en c.a. o 750 V en c.c.

El objeto de esta ropa, cuando se usa conjuntamente con otros equipos de protección individual tales como calzado, guantes, etc., es prevenir el paso de una intensidad de corriente peligrosa a través de la persona cuando existe riesgo de contacto involuntario con partes en tensión situadas dentro y alrededor de la zona de trabajo.

Esta ropa de protección integra las siguientes piezas: chaqueta con capucha, pantalones y mono con capucha.

Condiciones de la ropa aislante:

- En el exterior de la ropa aislante no debe haber parte metálica alguna, deberán utilizarse cierres a presión y la ropa de protección estará compuesta por una chaqueta con capucha junto con un pantalón, o bien, por un mono con capucha.
- Todas las costuras, excepto los dobladillos, deben ser seguras respecto al entorno eléctrico.

- El número de bolsillos en la ropa de protección deberá estar limitado a dos. El traje de protección deberá tener un bolsillo en la chaqueta y un bolsillo en el pantalón. El mono de protección deberá tener dos bolsillos situados en lugares similares, un bolsillo deberá estar cosido a la altura del pecho, en la chaqueta o en el mono y el otro bolsillo deberá estar cosido lateralmente a la altura del muslo en el pantalón.
- Los bolsillos deberán estar equipados con solapas provistas de cierres a presión. El método de unión de la capucha con la chaqueta o con el mono deberá garantizar que la capucha no pueda separarse o desprenderse, total o parcialmente, de la chaqueta o del mono cuando la ropa esté en uso, y que la integridad del aislamiento eléctrico de la ropa se mantiene a través de, y a lo largo de, los medios de cierre, cuando la ropa está en uso.
- El puño de las mangas deberá ser ajustable por medio de una lengüeta provista de un cierre a presión.
- Los perniles de los pantalones deben tener un ancho suficiente como para que sea posible montar sobre las botas.
- Los pantalones deberían estar provistos de una bragueta que se cierre en toda su longitud mediante una cremallera. La bragueta deberá estar cubierta por una solapa provista de cierre a presión en toda su longitud.
- Los pantalones deben estar equipados con tirantes firmemente fijados al pantalón, ajustables y extensibles.
- El color debe ser vivo, la ropa de protección deberá tener un único color, se recomienda el color rojo.
- La ropa de protección deberá superar un ensayo de prueba de 2,5 kV en seco, 2,0 kV en condiciones húmedas y 1,5 kV después de lluvia.

Cada pieza de la ropa de protección deberá estar marcada en la superficie interior de la misma.

El marcado deberá estar fijado de manera que sea visible, legible y duradero y deberá contener la siguiente información:

- Marca de origen (nombre o marca comercial u otros medios de identificación del fabricante o de su representante autorizado).
- Año y mes de fabricación.
- Número de serie.
- Tipo o código de identificación.
- Número de esta norma europea.

- Designación de la talla.
- Instrucciones para lavado y/o limpieza.

La información, en su totalidad, deberá carecer de ambigüedades y deberá aportar la siguiente información:

- Nombre y dirección completa del fabricante y/o su representante autorizado.
- Designación del tipo de producto, nombre comercial o código.
- Número de esta norma europea.
- Explicación del símbolo «doble triángulo».
- Información sobre el cese del trabajo en partes o en proximidad de partes en tensión en líneas aéreas si desde el lugar de trabajo se perciben tormentas.
- Instrucciones para su utilización y mantenimiento en relación con el riesgo potencial de pérdida de protección debido al envejecimiento y la limitación de su eficacia del aislamiento según sean las condiciones de uso.

Las instrucciones de utilización deberán contener además las siguientes indicaciones:

- La ropa de protección debe ser usada en partes o en las proximidades de partes en tensión en instalaciones de baja tensión, con tensión nominal igual o inferior a 500 V en c.a. o 750 V en c.c.
- La ropa de protección no puede ser usada como único equipo de protección personal y que es necesario usar otros equipos de protección personal compatibles según cuales sean los riesgos presentes en el trabajo.
- Los pantalones no deben introducirse entre las botas y las piernas.
- Los manguitos de los guantes deben cubrir los puños de las mangas de la chaqueta o del mono.
- Los bolsillos solamente deberán ser usados para pertenencias personales no conductoras. Las herramientas deberán estar guardadas en una bolsa aparte.
- Inspecciones periódicas y de la forma en que éstas deben ser marcadas en la etiqueta de marcado,
- Almacenaje, limpieza y mantenimiento, indicando los intervalos de tiempo máximos entre los exámenes de control,
- Tratamiento a seguir después del lavado y/o limpieza en caso de que la resistencia a la penetración de agua y en consecuencia las propiedades eléctricas quedaran afectadas.

El control periódico que debe aplicarse a la ropa consiste en una inspección visual seguida de un ensayo eléctrico complementario. En caso de ausencia de reglamentos nacionales al respecto, se recomienda intervalos de tiempo de un año.

Previamente a cada utilización de la ropa de protección, deberá llevarse a cabo una inspección visual. En el caso de que se detecte cualquier deterioro y/o contaminación visible, la ropa de protección deberá ser sometida a un ensayo individual, especialmente en los puntos con posible deterioro y contaminación. Este ensayo deberá quedar registrado en la etiqueta de marcado. Cada vez que la ropa haya superado un ensayo de control, deberá marcarse de forma duradera en la correspondiente etiqueta, el mes, el año y el laboratorio de ensayos que lo realizó.

19. BIBLIOGRAFÍA

Real Decreto 614/2001 de Junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.

Guía Técnica para la evaluación y prevención del Riesgo eléctrico. Ministerio de trabajo y asuntos sociales.

Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión. Real Decreto 842/2002, de dos de agosto de 2002.

Notas técnicas de prevención del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. Ministerio de trabajo y asuntos sociales.

Normas UNE.

Los Trabajos en Tensión en España. Asociación de Medicina y Seguridad en el Trabajo de UNESA para la industrial eléctrica (AMYS).

Instrucción general para la realización de los trabajos en tensión en Baja Tensión, redactada por el Grupo Permanente de Trabajos en Tensión de la asociación de Medicina y Seguridad en el Trabajo de UNESA para la industrial eléctrica (AMYS).

Método de Contacto para Trabajos en Baja Tensión, redactada por el Grupo Permanente de Trabajos en Tensión de la asociación de Medicina y Seguridad en el Trabajo de UNESA para la industrial eléctrica (AMYS).

Equipos de Protección Individual. Antonio de Montoliu Gili. Grupo Enher.

Manual de Puestas a tierra de equipos eléctricos. Francisco Ruiz Vassallo. Ediciones CEAC, S.A.

Trabajos y maniobras en Instalaciones eléctricas de baja tensión. Asociación para la prevención de accidentes.

Instalaciones eléctricas de obra. Asociación para la prevención de accidentes.

9

Sustancias químicas peligrosas

Actualizado por MIGUEL OLMOS LLORENTE

1. INTRODUCCIÓN

El manejo de productos químicos durante el trabajo es un importante factor de riesgo en el entorno laboral. Este aspecto cobra verdadera trascendencia si se consideran los cientos de miles de compuestos que se emplean en los procesos industriales, y sus diferentes efectos sobre los organismos vivos en general.

Hasta ahora se han clasificado casi 22 millones de sustancias químicas, naturales o artificiales, y todos los años surgen miles de nuevas sustancias químicas de las que 1.600 aproximadamente llegan a comercializarse. Se producen en grandes cantidades industriales unas 100.000, siendo la producción global de al menos 400 millones de toneladas de productos químicos en el mundo, entre ellos, productos químicos para la agricultura, aditivos de los alimentos, medicinas, combustibles para la producción de energía, productos químicos de consumo, etc.

Entonces, ¿por qué se manejan agentes químicos peligrosos en el trabajo si pueden ser perjudiciales? la respuesta es sencilla: gran parte de los objetos que conforman el hábitat del ser humano son productos artificiales, elaborados a partir de o con la intervención de sustancias químicas en algún punto de su proceso productivo.

La sociedad moderna, en los países industrializados, no está dispuesta a dejar de cubrir las paredes de sus viviendas con pintura u

otros materiales, ni a dejar de utilizar electrodomésticos. Estos son dos ejemplos de una lista que podría ser interminable.

La necesidad de la presencia de productos químicos peligrosos en los procesos productivos no debe inducir a plantearse el riesgo que los citados agentes suponen para los trabajadores con resignación. Esta necesidad tiene que ser la impulsora del máximo conocimiento técnico-científico sobre ellos, con el objetivo de minimizar el riesgo que supone la inevitable presencia de productos químicos en el medio laboral.

2. ACCIDENTABILIDAD

Un total de dos millones de trabajadores mueren cada año a causa de enfermedades y accidentes relacionados con el trabajo, y esto es apenas la punta del iceberg, según la Organización Internacional del Trabajo. Además la OIT afirma que, por cada accidente mortal, hay entre 500 y 2.000 lesiones, según el tipo de trabajo y que por cada enfermedad mortal relacionada con el trabajo, hay otras 100 enfermedades que provocan absentismo laboral.

La tendencia no invita al optimismo ya que, según la OIT, el número anual estimado de fallecimientos de trabajadores ha aumentado claramente desde 1990, sobre todo debido a que antes no se incluían en los cálculos las enfermedades transmisibles relacionadas con el trabajo y a que ha aumentado el número de casos de cáncer y de enfermedades circulatorias relacionados con el trabajo.

Durante este mismo período, las cifras de accidentes mortales ascendieron levemente en los países en desarrollo, mientras que las mismas descendieron en la mayoría de los países industrializados.

De acuerdo con una reciente investigación europea el 22% de los trabajadores de la UE están expuestos a vapores tóxicos durante un cuarto o más de su tiempo de trabajo. Además un 16% de los trabajadores han manejado sustancias peligrosas como parte de su trabajo diario. Cada exposición puede dañar la salud de los trabajadores de múltiples formas con efectos desde irritaciones hasta cáncer.

Según la Organización Internacional del Trabajo unos 270 millones de trabajadores al año se ven implicados en accidentes del trabajo, de los cuales unos 360.000 son mortales, mientras que otros 160 millones de trabajadores contraen enfermedades profesionales. El cáncer es el que más vidas se cobra en los lugares de trabajo, causando unas 640.000 víctimas, es decir el 32 por ciento de los fallecimientos, seguido por las enfermedades circulatorias, que representan el 23 por ciento, los accidentes el 19 por ciento y las enfermedades transmisibles el 17 por ciento. En un informe elaborado por la OIT se indica que únicamente el amianto cuesta la vida a 100.000 personas cada año.

3. DEFINICIONES Y CONCEPTOS GENERALES

A continuación se recogen las definiciones de los conceptos más importantes manejados en este capítulo.

- Sustancia: Elementos químicos y sus compuestos en estado natural o los obtenidos mediante cualquier procedimiento de producción, incluidos los aditivos necesarios para conservar la estabilidad del producto y las impurezas que resulten del procedimiento utilizado, y excluidos los disolventes que puedan separarse sin afectar la estabilidad ni modificar la composición.
- Preparado: Mezclas o soluciones compuestas por dos o más sustancias.
- Peligrosidad: Los productos químicos, tanto las sustancias químicas como los preparados, se considerarán peligrosos debido a sus propiedades fisicoquímicas y toxicológicas y también a sus efectos específicos, tanto sobre la salud humana como sobre el medio ambiente.
- Utilización de productos químicos en el trabajo: Toda actividad laboral que podría exponer a un trabajador a un producto químico, comprendidos: a) la producción de productos químicos; b) la manipulación de productos químicos; c) el almacenamiento de productos químicos; d) el transporte de productos químicos; e) la eliminación y el tratamiento de los desechos de productos químicos; f) la emisión de productos químicos resultante del trabajo; g) el mantenimiento, la reparación y la limpieza del equipo y de los recipientes utilizados para los productos químicos.
- Activadores: Compuesto químico que teniendo un comportamiento similar al de un catalizador, en cuanto a su capacidad para alterar la velocidad de reacciones químicas, se diferencian de ellos en que se transforma por las reacciones sobre las que influye.
- Adsorbente: Es un material diseñado para retener sustancias peligrosas, debido a que tiene la capacidad de lograr la adherencia en la superficie de la sustancia específica que se desea contener

y una vez que la misma ha penetrado dentro de él no puede ser liberada.

- Catalizador: Cualquier sustancia que en un porcentaje fraccionalmente pequeño afecta fuertemente al régimen de una reacción química, la mayor parte de las veces acelerándola.
- Cubeto: Cavidad destinada a retener los productos contenidos en los elementos de almacenamiento en caso de vertido o fuga de los mismos.
- Degradación: Acción que involucra la ruptura de un material, de la ropa protectora, o equipo, debido al contacto con el agente químico. El término degradación también es referido a la ruptura molecular de un material derramado, o liberado, para que tenga menos peligro. Alteración de las propiedades físicas de un elemento en contacto con un producto químico.
- Dosis: Término de origen farmacológico intercambiable con el de dosificación, utilizado para expresar la cantidad de energía o sustancia administrada (absorbida) por unidad de peso en un órgano o individuo.
- Dosis letal (DL): Dosis que es letal para un determinado porcentaje de los animales ensayados. Se expresa como DL10, DL50, etc. expresando las dosis que producen la muerte en el 10% o el 50%, respectivamente, de los animales ensayados.
- Incompatibilidad química: Materiales químicos u otros agentes reactivos que pueden reaccionar peligrosamente, uno con el otro, y que por lo tanto no deben ser manejados o almacenados en forma adyacente, o en alguna otra posición que se les permita interactuar.
- Inerte: Producto químico que no tiene o desarrolla propiedades activas y por ello pesenta una baja o nula reactividad.
- EINECS: Identificador numérico de una sustancia química que puede contener hasta 7 dígitos, dividido por guiones en 3 porciones proporcionado por el Inventario Europeo de Sustancias Comerciales Existentes. Dicho inventario establece la lista definitiva de todas las sustancias que se encontraban comercializadas en el mercado comunitario europeo previamente al 18 de septiembre de 1981.
- ELINCS: Inventario Europeo de Sustancias Químicas Notificadas, número identificador análogo al EINECS utilizado para las sustancias comercializadas posteriormente al 18 de septiembre de 1981.

- Familia química: Grupo de elementos individuales o compuestos con nombre común general y propiedades fisicoquímicas similares. Ejemplos: la acetona, la metiletilcetona y mitilisobutilcetona, pertenecen a la familia de las cetonas; la acroleína, el furfural y el acetaldehído son de la familia de los aldehídos.
- Inhibidor: Compuesto, generalmente orgánico, que retrasa o detiene una reacción química no deseada.
- IUPAC: (International Union of Pure and Applied Chemistry) Unión Internacional de Química Pura y Aplicada.
- Número CAS: Identificador numérico de una sustancia química que puede contener hasta 9 dígitos, dividido por guiones en 3 porciones proporcionado por el Chemical Abstracts Service y utilizado internacionalmente.
- Permeación: Paso progresivo de un producto químico a través de un material, a un nivel molecular.
- Pila: Conjunto de recipientes móviles no separados por pasillos o por recipientes con productos no inflamables o cuya combustión sea endotérmica en condiciones de fuego.
- Reactividad: facilidad de un producto químico para intervenir en una reacción química con desprendimiento de energía.
- Temperatura de autoignición: Temperatura mínima a la que una sustancia combustible es capaz de inflamarse y mantener la combustión, sin necesidad de una fuente de ignición.
- Temperatura de inflamación o punto de inflamación: Temperatura mínima a la cual, bajo condiciones de ensayo determinadas, un material desprende la cantidad suficiente de gases inflamables para producir su inflamación en presencia de una fuente de encendido.

4. REACTIVIDAD DE LOS PRODUCTOS QUÍMICOS

Una reacción química es una rotura de enlaces seguida de una reorganización que da lugar a nuevas especies químicas, generalmente más estables. Una reacción no es posible si no va acompañada de una variación de energía denominada entalpía libre negativa, en principio, permite estimar las características de la reacción. La entalpía de reacción es la diferencia entre la entalpía de formación de los reactivos y la de los productos de reacción, es decir, la diferencia entre la energía que poseen los reactivos y la de los productos de reacción, es un indicador de la energía que va a consumirse o liberarse en la reacción y por tanto de la posible peligrosidad de una reacción.

En este apartado se van a reflejar los conceptos relacionados con la interpretación de los riesgos presentes en la interacción de dos o más sustancias químicas.

En el análisis preliminar de la peligrosidad debida a su reactividad, de una o varias sustancias químicas, se deben tener en cuenta:

- Factores fisicoquímicos.
- Grupos funcionales presentes en la estructura molecular.
- Estabilidad.
- Reacciones peligrosas por incompatibilidad.
- Reactividad con aire, agua o exposición a la luz.
- Aplicación de criterios termodinámicos de evaluación de riesgo.
- Información aportada por las fichas de seguridad correspondientes.

Los efectos derivados de una reactividad intensa son diversos: calentamiento brusco de los propios reactivos y su entorno, ebullición incontrolada, proyecciones, explosiones de reactores por sobrepresiones asociadas a rápidos desprendimientos de gases, descomposiciones explosivas, inflamaciones espontáneas, etc...

4.1. Factores fisicoquímicos que afectan a las reacciones químicas

La estabilidad de un compuesto químico en unas condiciones determinadas depende únicamente de la resistencia de los enlaces químicos entre los átomos o los iones de los que está formado. En el caso de la unión de átomos (enlace covalente), ésta tiene lugar por intercambio o compartición de uno o varios pares de electrones.

Cuando se trata de una unión de iones (enlace iónico), cada ión está rodeado de otros iones de signo contrario, formando una estructura que es rígida en los sólidos y móvil en los líquidos y soluciones. Los átomos susceptibles de transformarse en iones dan lugar a reacciones muchas veces violentas (p.e.: sodio o flúor con agua), al igual que algunas soluciones acuosas de compuestos iónicos, como ácidos fuertes frente a bases fuertes.

La mayoría de compuestos están formados por enlaces mixtos, siendo raras las uniones puramente covalentes o puramente iónicas. El HF, por ejemplo es iónico en un 60%, mientras que el HI lo es solamente en un 5%. El porcentaje depende de las cargas de los iones, del tamaño del catión y del anión, y en consecuencia, de la polarización de

la molécula, lo que afectará a la reactividad de la misma. Si el compuesto actúa como disolvente, afectará también a la reactividad de diferentes compuestos que se hallen en solución.

La rotura del enlace iónico tiene lugar de distintas maneras: por fusión, por disolución o por reacción entre compuestos iónicos. Las dos últimas pueden dar lugar a reacciones violentas, como ejemplos la solubilización de hidróxido sódico en agua y la neutralización de un ácido por una base. Tanto los iones como los radicales formados reaccionan con las diferentes especies químicas presentes.

La energía de activación es la cantidad mínima de energía necesaria para que una reacción comience, sin esta energía la reacción no tendrá lugar. La energía de activación es menor para las reacciones de tipo iónico y mucho más elevada para las reacciones de tipo covalente, esto explica porqué la mayoría de las reacciones iónicas transcurren a baja temperatura y a una velocidad elevada

Una reacción química tiene lugar a través de una serie de etapas intermedias. El mecanismo que tiene lugar entre iónes es una transferencia de electrones seguida de la aparición de nuevos iones o de la formación de un compuesto insoluble. En el caso de las covalentes, intervienen productos intermedios muy inestables y reactivos, correspondiendo el máximo de la energía de activación a la formación de asociaciones de moléculas en forma de complejos transitorios. Un ejemplo de reacción aparentemente simple, que es muy compleja, es la del oxígeno con el hidrogeno para formar agua. Esta reacción implica muchas etapas con formación de diferentes radicales.

Los catalizadores, los inhibidores y el propio disolvente de la reacción, pueden modificar la velocidad de la reacción, por lo que se utilizan para facilitar o controlar el desarrollo de las reacciones químicas.

Los catalizadores son compuestos que contienen átomos como centros activos que participan en el ciclo de la reacción, aunque permanecen inalterados. Hacen más rápido el desarrollo de la reacción química y disminuyen la energía de activación. Aunque normalmente la presencia de un catalizador en una reacción química corresponde a una acción voluntaria, hay muchos casos descritos en los que han ocurrido reacciones violentas por la presencia de pequeñas impurezas que han actuado como catalizador, o porque los propios productos de la reacción actúan como tales. Los activadores son compuestos químicos que tienen un comportamiento similar al de los catalizadores en cuanto a su capacidad para alterar la velocidad de reacciones químicas pero que a diferencia de ellos, se transforman por las reacciones sobre las que influyen.

Los inhibidores se añaden a ciertos productos químicos para evitar que tenga lugar una descomposición, una reacción química o una aceleración de la misma. Es habitual la adición de un inhibidor a los compuestos autooxidables para impedir la reacción de descomposición.

En medio líquido es muy importante el efecto de la concentración de los reactivos. En medio acuoso, el efecto de la dilución en la velocidad de reacción no presenta alteraciones significativas. En medio no acuoso, aparte del efecto de la dilución en la velocidad de reacción, hay que considerar también el producido por el cambio de disolvente.

En el caso de los reactivos sólidos se puede equiparar la concentración al estado de división de los mismos, aumentando con éste su reactividad. Los catalizadores e, incluso, los metales finamente divididos son capaces de generar reacciones especialmente violentas, incluyendo inflamaciones y explosiones. No hay que olvidar, por otra parte, que polvos de sustancias orgánicas combustibles pueden formar mezclas con el aire de carácter explosivo. La manipulación y almacenamiento de estas sustancias pulverulentas en atmósferas inertes y en suspensión en líquidos también inertes es la técnica habitual empleada para prevenir reacciones inesperadas.

La temperatura juega un papel muy importante en la velocidad de las reacciones. La constante de la velocidad de reacción sigue una ley exponencial (Arrhenius), según la cual, una elevación de temperatura de 10° C aumenta la velocidad de reacción en 2 ó 3 veces. Por otro lado, no debe olvidarse que las reacciones exotérmicas efectuadas bajo control, pero a temperaturas demasiado bajas, pueden iniciarse de manera retardada, autoacelerándose peligrosamente según se incrementa la temperatura. Es deseable que una reacción exotérmica libere rápidamente su energía térmica de manera que ésta pueda ser absorbida inmediatamente por un dispositivo de refrigeración apropiado.

Los golpes y roces, finalmente, también provocan la compresión de los átomos y aumentos de temperatura que pueden iniciar de forma violenta una reacción. En este sentido, las substancias cristalizadas son, en general, más sensibles que en solución.

4.2. Reactividad según los grupos funcionales presentes en un producto químico

Cuando se conoce la fórmula química de un compuesto, el examen de los grupos químicos que lo constituyen puede dar una idea bastante aproximada de su reactividad.

Algunos tipos de enlaces interatómicos y determinados grupos funcionales, como los relacionados en la tabla siguiente, contribuyen a incrementar la cantidad de energía liberada. Las sustancias que tienen tales grupos funcionales tienen determinada facilidad para reaccionar con otras sustancias, tendencia a reaccionar a temperaturas relativamente bajas y descomponerse en estructuras más estables, con significativos desprendimientos energéticos que pueden propiciar igniciones o explosiones.

Tales grupos funcionales son obviamente sólo una parte de la molécula y no todos los compuestos que tienen estos grupos son fuertemente inestables, la presencia de estos grupos debe servir como punto de partida en la determinación del riesgo.

Grupos químicos de carácter inestable	
Ácido inorgánico peroxidado	Halógenoalquilometales
Alquimetales	Halogenoaminas
Arsina, borano, fosfina, silano	Hidroperóxidos, ácidos orgánicos peroxidados
Azoduros, compuestos azido	Hidruros de alquilmetal
Compuestos acetilénicos	Hidruros metálicos
Compuestos azo	Hipohalogenito, halogenito
Compuestos diazo	Nitraminas
Compuestos nitrados	Nitritos de alquilo o acilo
Compuestos nitrosados	Nitruros
Compuestos N-nitrados	Perácidos, persales, perésteres
Compuestos N-nitrosados	Peróxidos de diacilo
Compuestos polinitrados	Peróxidos de dialquilo
Diazirina	Peróxidos metálicos, sales de ácidos orgánicos peroxidados
1,2-Epóxidos, halogenato, perhalogenato	Sales de diazonio
Fulminatos	Sales de perclorilo

4.3. Estabilidad de los productos químicos

En general, se admite que un producto químico es estable cuando es altamente probable que no se produzca una evolución del mismo a lo largo del tiempo. Aunque ya se han indicado ejemplos de grupos químicos manifiestamente reactivos, diferentes son los aspectos que afectan la estabilidad, algunos de los cuales se comentan a continuación.

Dentro del grupo de sustancias que pueden sufrir una evolución, es un ejemplo la formación de peróxidos, que en ciertos casos pueden explosionar violentamente. Su presencia se puede detectar de una manera muy sencilla mediante la aplicación del test de detección de peróxidos. En caso de resultado positivo, es necesario eliminar los peróxidos mediante algún tratamiento químico.

Algunos monómeros pueden polimerizarse rápidamente provocando una explosión o rotura de los frascos, es el caso de: acetato de vinilo, acroleína, acrilonitrilo, 1,3-butadieno, óxido de etileno, estireno, etc... La polimerización puede tener lugar por calentamiento, exposición a la luz, choques, o sustancias que aceleren la reacción, tales como impurezas ácidas o metálicas, etc... El almacenamiento de monómeros debe realizarse en pequeñas cantidades, conteniendo estabilizadores o inhibidores de polimerización y lejos de productos susceptibles de liberar trazas de ácidos y bases.

Sustancias fácilmente peroxidables

Compuestos alílicos
Compuestos diénicos
Compuestos isopropílicos
Compuestos vinilacetilénicos
Cumeno, estireno
Tetrahidronaftalenos
Eteres
Haloalquenos
N-alquilamidas, ureas
Lactamas

4.4. Reacciones químicas peligrosas

A continuación, se comentan, casos específicos en los que se conoce previamente que la reacción que se va a llevar a cabo entraña riesgos por ser fuertemente exotérmica, desprender gases tóxicos o inflamables o generar productos que arden espontáneamente.

El primer caso a señalar es el de aquellas sustancias de elevada afinidad cuya mezcla provoca reacciones violentas y que, en consecuencia, se clasifican como incompatibles. Este aspecto es especialmente

importante considerarlo en su almacenamiento, que se ha de realizar separadamente. Son ejemplos de materias incompatibles:

- Oxidantes con: Materias inflamables, carburos, nitruros, hidruros, sulfuros, alquilmetales, aluminio, magnesio y circonio en polvo.
- Reductores con: Nitratos, halogenatos, óxidos, peróxidos, flúor.
- Ácidos fuertes con: Bases fuertes.
- Ácido sulfúrico con: Sacarosa, celulosa, ácido perclórico, permanganato potásico, cloratos, sulfocianuros.

La adición de un ácido para llevar a cabo una reacción, a efectos de reducir el pH de un medio o simplemente para limpieza, debe realizarse conociendo previamente si existe incompatibilidad entre los componentes del medio y el ácido adicionado.

Reacciones peligrosas con los ácidos

Ácido	Reactivo	Genera	Característica del producto generado
Clorhídrico	Sulfuros	Sulfuro de hidrógeno	Inflamable y tóxico
	Hipocloritos	Cloro	Corrosivo
	Cianuros	Cianuro de hidrógeno	Altamente tóxico
Nítrico	Algunos metales	Dióxido de nitrógeno	Altamente tóxico
Sulfúrico	Ácido fórmico u oxálico	Monóxido de carbono	Asfixiante químico
	Ácido fórmico	Monóxido de carbono	Asfixiante químico
	Ácido oxàlico	Monóxido de carbono	Asfixiante químico
	Alcohol etílico	Etano	Altamente inflamable
	Bromuro sódico	Bromo y dióxido de azufre	Corrosivo/Tóxico
	Cianuro sódico	Monóxido de carbono	Asfixiante químico

Reacciones peligrosas con los ácidos			
Ácido	**Reactivo**	**Genera**	**Característica del producto generado**
Sulfúrico	Sulfocianuro sódico	Sulfuro de carbonilo	Altamente inflamable y altamente tóxico
	Yoduro de hidrógeno	Sulfuro de hidrógeno	Inflamable y tóxico
	Algunos metales	Dióxido de azufre	Tóxico

A continuación se relaciona en forma de cuadro un conjunto de parejas de productos químicos incompatibles entre sí que pueden dar lugar a reacciones indeseadas.

Sustancia química	Incompatibilidades
Acetileno	Cloro, bromo, cobre, flúor, plata y mercurio.
Acetona	Ácido nítrico concentrado y mezclas con ácido sulfúrico.
Ácido acético	Ácido crómico, ácido nítrico, compuestos hidroxilo, etilenglicol, ácido perclórico, peróxidos y permanganatos.
Ácido cianhídrico	Ácido nítrico y álcalis.
Ácido crómico y cromo	Ácido acético, naftaleno, alcanfor, glicerina, alcoholes y líquidos inflamables en general.
Ácido fluorhídrico anhídrido	Amoníaco, acuoso o anhidro.
Ácido nítrico concentrado	Ácido acético, anilina, ácido crómico, ácido hidrociánico, sulfuro de hidrógeno, líquidos y gases inflamables, cobre, latón y algunos metales pesados.
Ácido oxálico	Plata y mercurio.

Sustancia química	Incompatibilidades
Ácido perclórico	Anhídrido acético, bismuto y sus aleaciones, alcohol, papel, madera, grasas y aceites.
Ácido sulfúrico	Clorato potásico, perclorato potásico, permanganato potásico (compuestos similares de metales ligeros, como sodio y litio.
Amoníaco anhidro	Mercurio (por ejemplo en manómetros), cloro, hipoclorito cálcico, yodo, bromo, ácido fluorhídrico anhidro.
Anilina	Ácido nítrico, peróxido de hidrógeno.
Azidas	Ácidos.
Bromo	Véase cloro.
Carbón activado	Hipoclorito cálcico y todos los agentes oxidantes.
Cianuros	Ácidos.
Clorato potásico	Ácido sulfúrico y otros ácidos.
Cloratos	Sales de amonio, ácidos, metales en polvo, azufre, materiales combustibles u orgánicos finamente divididos.
Cloro	Amoníaco, acetileno, butadieno, butano, metano, propano, y otros gases del petróleo, hidrógeno, carburo sódico, benceno, metales finamente divididos y aguarrás.
Cobre	Acetileno y peróxido de hidrógeno.
Dióxido de cloro	Amoníaco, metano, fósforo y sulfuro de hidrógeno.
Fósforo (blanco)	Aire, oxígeno, álcalis y agentes reductores.
Flúor	Todas las otras substancias químicas.
Hidrocarburos	Flúor, cloro, bromo, ácido crómico, peróxido sódico.
Hidroperóxido de cumeno	Ácidos orgánicos e inorgánicos.
Hipocloritos	Ácidos, carbón activado.
Líquidos inflamables	Nitrato amónico, ácido crómico, peróxido de hidrógeno, ácido nítrico, peróxido sódico, halógenos.

Sustancia química	Incompatibilidades
Materiales de arsénico	Algunos agentes reductores.
Mercurio	Acetileno, ácido fulmínico y amoníaco.
Metales alcalinos y alcalinotérreos	Agua, tetracloruro de carbono, hidrocarburos clorados, dióxido de carbono y halógenos.
Nitrato amónico	Ácidos, polvo de metales, líquidos inflamables, compuestos de cloro, nitritos, azufre, materiales orgánicos combustibles finamente divididos.
Nitratos	Ácido sulfúrico Nitrato amónico y otras sales de amonio.
Nitrito sódico	Ácidos.
Nitritos	Bases inorgánicas y aminas.
Nitroparafinas	Agua.
Óxido cálcico	Aceites, grasas e hidrógeno; líquidos, sólidos o gases inflamables.
Oxígeno	Ácido sulfúrico y otros ácidos. Ver también cloratos.
Perclorato potásico	Glicerina, etilenglicol, benzaldehído, ácido sulfúrico.
Permanganato potásico	Cobre, cromo, hierro, la mayoría de los metales o sus sales, alcoholes, acetona, materiales orgánicos, anilina, nitrometano y materiales combustibles.
Peróxido de hidrógeno	Alcohol etílico y metílico, ácido acético glacial, anhídridoacético, benzaldehído, disulfuro de carbono, glicerina, etilenglicol, acetato de etilo y de metilo, furfural.
Peróxido sódico	Ácidos orgánicos e inorgánicos.
Peróxidos orgánicos	Acetileno, ácido oxálico, ácido tartárico, compuestos amónicos, ácido fulmínico.
Plata	Tetracloruro de carbono, dióxido de carbono y agua.
Potasio	Agentes reductores.
Seleniuros	Tetracloruro de carbono, dióxido de carbono, agua.

Sustancia química	Incompatibilidades
Sodio	Ácido nítrico fumante y gases oxidantes.
Sulfuro de hidrógeno	Ácidos.
Sulfurosos	Agentes reductores.
Teliuros	Sodio.
Tetracloruro de carbono	Acetileno, amoníaco (acuoso o anhidro), hidrógeno.

4.5. Reactividad con aire, agua o exposición a la luz (radiaciones)

Los compuestos que reaccionan violentamente con el aire, son sustancias cuyo mero contacto con el oxígeno del aire genera o puede generar al cabo del tiempo su inflamación espontánea.

Dada la casi permanente presencia del agua en la mayor parte de actividades es especialmente importante conocer las sustancias que reaccionan violentamente con ella.

Debe contemplarse la posibilidad de que la humedad del aire pueda producir alguna reacción con este tipo de compuestos. También debe considerarse especialmente este aspecto en la lucha contra el fuego originado por productos químicos.

Compuestos que reaccionan violentamente con el aire

Alquimetales y metaloides
Arsinas, boranos y fosfinas
Fósforo blanco
Fosfuros, hidruros y siliciuros
Metales carbonilados
Metales finamente divididos
Nitruros alcalinos
Silenos

Compuestos que reccionan fuertemente con agua

Ácidos fuertes anhidros
Alquimetales y metaloides
Amiduros
Anhídridos
Carburos
Flúor
Fosfuros
Halogenuros de ácido
Halogenuros de acilo
Halogenuros inorgánicos
Anhídridos (excepto alcalinos)
Hidróxidos alcalinos
Hidruros e Imiduros
Metales y óxidos alcalinos
Peróxidos inorgánicos
Siliciuros

Las energías electromagnéticas, en función de su longitud de onda, pueden excitar los electrones y modificar el estado de una molécula. Los rayos infrarrojos sólo se emplean normalmente como calefactores, ya que la longitud de onda visible, suele ser más activa, mientras que la ultravioleta se emplea directamente como activador de reacciones siendo capaz de roturas de enlaces y los rayos X y γ son aún mucho más energéticos.

4.6. Criterios termodinámicos en la detección del riesgo

Partiendo del simple conocimiento de las sustancias que intervienen en una reacción, su estructura química y de los datos fundamentalmente termodinámicos recogidos en manuales de consulta, se puede realizar una estimación del posible riesgo intrínseco existente. Esta estimación, aunque con cierto grado de error, puede servir para realizar una rápida valoración inicial.

Como ya se ha señalado, la entalpía de reacción es la diferencia entre la entalpía de formación de los reactivos y la de los productos. Si puede predecirse la identidad y cantidad de las sustancias, la estimación de tales valores energéticos es simple.

Se detallan a continuación los criterios recogidos en la Nota Técnica de Prevención n.º 302 publicada por el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (España).

Criterio de la entalpía de descomposición (ΔHd)

Las sustancias inestables se descomponen con facilidad en otras más estables. El estado último de descomposición de sustancias orgánicas genera algunas de las siguientes: CO_2, H_2O, N_2, C, CH_4, H_2 y O_2.

Según lo expuesto anteriormente se estimará dicha entalpía.

Una estrecha correlación ha sido encontrada entre la entalpía de descomposición y las propiedades de 120 productos, siendo la mitad sensibles al choque y la otra mitad, no. Este resultado ha permitido determinar tres zonas de riesgo:

Entalpia de descomposición	Riesgo
$\Delta H_d > -0,3$ Kcal/g	Bajo
$-0,7$ Kcal/g $> \Delta H_d > -0,3$ Kcal/g	Medio
$\Delta H_d < -0,7$ Kcal/g	Alto

Criterio de la diferencia de la entalpía de combustión y descomposición (ΔHc - ΔHd)

Se basa en la idea de que una sustancia que contenga en su propia estructura el oxígeno suficiente para convertirla en sus productos de oxidación normal, presenta una posibilidad de liberación de energía más alta que la que no lo contiene.

Se calcula la entalpía de combustión con un exceso de oxígeno, determinando la diferencia con la entalpía de descomposición. Por lo tanto, el riesgo es más elevado cuanto más se aproxima en valor numérico a cero la diferencia de tales entalpías. Para dos valores idénticos de ($\Delta H_c - \Delta H_d$), el riesgo es más elevado cuando ΔH_d es más bajo.

Para una evaluación más precisa debe integrarse este criterio con el anterior de la ΔH_d. Tal necesidad es debida a que, para ciertos compuestos no susceptibles de degradarse por combustión (por ejemplo, tetracloruro de carbono), la diferencia ΔH_c - ΔH_d es pequeña como en el caso de las sustancias muy sensibles. Sólo entonces el valor de ΔH_d permite salir de dudas.

En la Figura 1 se han representado las tres zonas de riesgo integrando este criterio con el anterior, dada la mayor fiabilidad de su análisis conjunto. Los valores límite están expresados en Kcal/g.

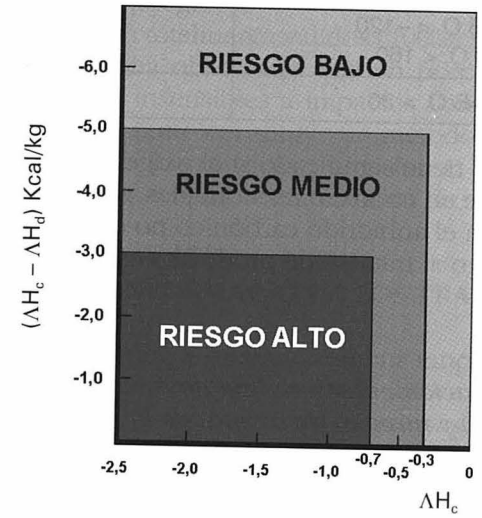


Figura 1. Criterios de riesgo en función de ΔH_d y ($\Delta H_c - \Delta H_d$).

Criterio del balance de oxígeno

El criterio del balance de oxígeno fue establecido por Lathropy Handrick para sustancias orgánicas de fórmula estequiométrica $C_xH_yO_z$, según la ecuación siguiente, que representa el porcentaje de oxígeno que es necesario añadir para reaccionar con la masa de la sustancia, para que ésta pueda oxidarse completamente. Evidentemente toda sustancia que en su estructura molecular contenga suficiente oxígeno para transformarse totalmente en CO_2 y H_2O tendría un balance de oxígeno nulo y podría en principio ser extremadamente peligrosa.

$$B.O.=\left(z-2x-\frac{y}{2}\right)\frac{16}{M}100$$

Siendo
M la masa molecular de la sustancia. El criterio de riesgo es el siguiente:

Balance de oxígeno	Riesgo
B.O. < –240 B.O. > 160	Bajo
–240 < B.O. < –120 80 < B.O. < 160	Medio
–120 > B.O. > 80	Alto

Este criterio sólo tiene significado si el oxígeno de la sustancia en reacción es utilizable en condiciones normales. Así, el oxígeno contenido en el agua o en el anhídrido carbónico no debe ser considerado como factor de riesgo al tratarse de productos estables de descomposición máxima.

Criterio «Y» de la relación entre entalpía de descomposición (ΛHd), masa molecular (M) y número de átomos de la molécula (n)

Se ha establecido la siguiente relación empírica entre los tres factores indicados, la cual tiene en cuenta no sólo la entalpía de descomposición, sino también su constitución molecular:

$$Y=10\Delta H_d^2\,\frac{M}{n}$$

A partir de datos experimentales se ha podido establecer el siguiente criterio:

$Y = f(\Delta H_d, M, n)$	Riesgo
Y < 30	Bajo
30 < Y < 110	Medio
Y > 110	Alto

Cuando todos los valores numéricos se encuentran en la misma zona de riesgo la interpretación es obvia, pero cuando hay diferencias en dos o incluso tres zonas es preciso un cierto análisis comparativo de criterios y actuar siempre en el sentido más estricto favorable a la seguridad, y recurriendo consecuentemente a ensayos normalizados cuando sea preciso. El criterio más prudente determinaría que un solo indicador situado en zona de riesgo elevado, sobre todo el primero basado en la ΔH_d, es suficiente para caracterizar la sustancia o la reacción como potencialmente peligrosa.

Dichos criterios son totalmente válidos (100%) para sustancias sensibles a impactos. Se ha observado que un porcentaje reducido de sustancias (10 – 15%) insensibles a impactos dan con estos criterios como si lo fueran. Por tanto constituye un método adecuado para los productos peligrosos y más restrictivo o pesimista para los que tienen riesgo medio, lo que es aceptable en términos de seguridad.

5. FORMACIÓN E INFORMACIÓN A LOS TRABAJADORES

Una gestión de los riegos laborales en una empresa no puede considerarse adecuada sino tiene en cuenta la información a los trabajadores sobre los riesgos a los que están expuestos, y esta información tampoco puede considerarse útil si no va acompañada de una formación apropiada.

La información tiene como finalidad dar a conocer a los trabajadores su medio de trabajo y todas las circunstancias que lo rodean, con-

cretándolas en los posibles riesgos, su gravedad y las medidas de protección y prevención adoptadas.

Pero la información ha de ser bidireccional, ya que también los trabajadores tienen el deber de informar de inmediato a su superior jerárquico y a los trabajadores designados para realizar actividades preventivas, o en su caso, al servicio de prevención cuando exista, acerca de cualquier situación que a su juicio, entrañe un riesgo para la seguridad y salud de los trabajadores.

El tipo de empresa, tipo de contrato o la inexistencia de representantes de trabajadores no exime a los empresarios de sus obligaciones de información.

En cuanto a la formación, se deberá garantizar que todo el personal de la empresa reciba una formación suficiente en materia preventiva dentro de su jornada laboral, tanto en el momento de su contratación, como cuando se produzcan cambios en las funciones que desempeñen o se introduzcan nuevas tecnologías o cambios en los productos químicos utilizados, todo ello de manera independiente de la modalidad o duración del contrato. Con la formación se pretende desarrollar las capacidades y aptitudes de los trabajadores para la correcta ejecución de las tareas que les son encomendadas. Pero hay que tener en cuenta que también un objetivo esencial de las acciones informativas y formativas bien planificadas es lograr un cambio de actitudes favorable, para que tanto mandos como trabajadores se impliquen y asuman que la prevención de riesgos laborales es esencial para el logro de un trabajo bien hecho.



Figura 2. Actividad formativa.

La información y formación adecuadas harán que el trabajador sea consciente de los riesgos a los que está sometido en la realización de su trabajo, y conozca las medidas preventivas dispuestas, así como su correcta utilización y/o ejecución. Si bien es cierto que la información y formación en prevención de riesgos laborales debe realizarse utilizando vías directas de comunicación verbal, mucho más ágiles, personalizadas y clarificadoras, es importante que se constaten también por escrito, apoyando y recalcando aquellos aspectos clave considerados críticos por las consecuencias que se deriven de actuaciones u omisiones incorrectas. Cualquiera de los formatos que se utilicen deben ser realizados de una forma y en un lenguaje que puedan comprenderse fácilmente por los trabajadores.

La elaboración de un procedimiento normalizado constituye la mejor forma de asegurar que todos los trabajadores son informados y formados convenientemente y de la forma prevista. Se trata fundamentalmente de asegurar que los mandos y las personas con funciones encomendadas en materia preventiva, estén comprometidos en tales actividades de información y formación. En tal sentido, tener que dejar constancia escrita de la acción informativa y formativa realizada compromete en su correcta ejecución, cuando además, como en todo proceso de gestión, se controla periódicamente la aplicación del procedimiento establecido.

Los mandos deben estar especialmente implicados y motivados en la acción formativa de sus colaboradores para lograr que éstos sepan realizar su trabajo. No es suficiente que vean solo en tales acciones formativas una ineludible necesidad y una exigencia empresarial, sino también deben descubrir que a través de ella, se refuerza su competencia profesional y su liderazgo ante el colectivo humano que dirigen.

5.1. Política de la empresa respecto a los productos químicos

Los empresarios deberían consignar por escrito la política y las disposiciones relativas a la seguridad en la utilización de los productos químicos, que hayan definido como parte de sus políticas y disposiciones generales en la esfera de la seguridad y la salud en el trabajo, así como las distintas responsabilidades que les incumben en virtud de tales disposiciones. Dicha información debe realizarse en atención de los trabajadores, en un lenguaje que éstos puedan comprender fácilmente.

5.2. Información a los trabajadores

Los trabajadores de una empresa y sus representantes deben recibir información respecto a una serie de aspectos relacionados con su trabajo con productos químicos:

- Qué productos químicos se usan, las propiedades peligrosas de tales productos, y las medidas de precaución habitual que deben tomarse.
- Sobre los registros, señalizaciones, sinópticos y documentación, en cuanto a su significado, importancia y ubicación.
- Dónde se almacenan.
- Cómo pueden dañarles.
- Cómo detectar cuando se liberan o derraman productos químicos.
- Lo que está haciendo la empresa para proteger a los trabajadores contra exposiciones a productos químicos.
- La obligación de que cuando un trabajador tenga motivos razonables para creer que existe un riesgo grave e inminente derivado de la utilización de productos químicos para su seguridad o su salud o la de otros, debe comunicarlo sin demora a su supervisor.
- Que deben abstenerse de utilizar un producto químico definido como peligroso, si no se dispone de la información y de las medidas preventivas pertinentes, ya sea en la forma de ficha de datos de seguridad o de información facilitada por el empresario.
- Las normas de actuación definidas para situaciones de emergencia y la obligatoriedad de su cumplimiento.

Las empresas deben mantener un registro de los productos químicos peligrosos utilizados en el lugar de trabajo, con referencias a las fichas de datos de seguridad apropiadas. El registro debe ser accesible a todos los trabajadores del lugar de trabajo que puedan verse afectados por la utilización de tales productos químicos, así como a sus representantes.

Cuando los nombres o las concentraciones de los ingredientes de una mezcla química constituyan información confidencial, se podrán omitir en la información aportada a los trabajadores, sólo y únicamente si esto no supone una variación de la información sobre el riesgo relacionado con el preparado. En el caso de que alguna omisión de las citadas, suponga una variación de la percepción del riesgo, el empresario deberá proporcionar la información confidencial tanto a los trabajadores como a los representantes de los trabajadores interesados. El empresario puede solicitar a los trabajadores el compromiso de utilizar dicha información exclusivamente con la finalidad de proteger la seguridad y la salud de los trabajadores y a no divulgarla con otros fines.

5.3. Formación a los trabajadores

Los trabajadores de una empresa deben recibir formación sobre cómo usar con seguridad productos químicos peligrosos, como parte de su trabajo, para ello deben ser formados sobre:

- La forma de obtener y usar la información que aparece en las etiquetas y en las fichas de datos de seguridad.
- Los métodos disponibles de prevención y control de dichos riesgos, así como sobre los métodos adecuados para protegerse contra ellos, en particular métodos idóneos de almacenamiento, transporte y eliminación de desechos, así como medidas de urgencia y de primeros auxilios.
- Los equipos de protección individual necesarios. Debe conocerse por parte del trabajador una serie de informaciones relacionadas con los citados equipos tal y como se detalla en el capítulo destinado a ellos. En el caso de los equipos de protección individual frente a agentes químicos, la percepción de cuando dejan de ser útiles, es mucho menos intuitiva y más difícil de detectar por parte de los trabajadores que en otro tipo de equipos, por todo esto, en la formación debe hacerse especial hincapié en las limitaciones de estos equipos.

La formación impartida a los trabajadores, además de su componente teórica, debe incluir prácticas, en caso necesario. La formación en el uso de equipos de protección respiratoria siempre debe tener una parte práctica.

5.4. Revisiones de la formación e información sobre los riesgos laborales

Se debe proceder a revisar y actualizar el alcance y el contenido de la formación y la instrucción de los trabajadores simultáneamente con la revisión de los sistemas y métodos de trabajo.

En el marco de dicha revisión se debería examinar:

- El grado de comprensión, por parte de los trabajadores, de las circunstancias en que se deben utilizar los equipos de protección personal y las limitaciones de tal uso.
- El grado de comprensión, por parte de los trabajadores, de la utilización más adecuada de las medidas de control técnico adoptadas.
- El dominio, por parte de los trabajadores, de los procedimientos que se deban aplicar en casos de emergencia en el uso de productos químicos peligrosos.
- Los mecanismos disponibles para el intercambio de información entre los trabajadores de turnos diferentes.

6. RECEPCIÓN DE PRODUCTOS QUÍMICOS PELIGROSOS

El momento en el que se produce la entrada de un producto químico en una empresa es decisivo y la adopción de una serie de medidas justo en ese momento resultará de gran importancia en la actividad preventiva de la empresa.

Debe plantearse la importancia de una recepción de los productos químicos como un acto formal, con un protocolo previamente establecido que al menos contendrá los pasos siguientes:

- Verificación de coincidencia entre productos pedidos y entregados (Figura 3).
- Gestión de las fichas de seguridad.
- Inspección de la etiqueta.
- Inspección del envase y el cierre.

La verificación de que los productos químicos entregados coinciden con los pedidos realizados, nos evitará los riesgos derivados de cualquier error que pudiese producirse. Un error de este tipo puede llevar a introducir en el almacén de la empresa cantidades e incluso productos para los que no se dispone de infraestructura apropiada para su gestión.

La ficha de seguridad junto con la etiqueta son las principales fuentes de información de los riesgos potenciales de un producto químico. La recepción del producto es el momento adecuado para verificar si se dispone de la ficha de seguridad del producto y de no disponerse de la misma solicitarla al proveedor. También se debe verificar si los productos vienen correctamente etiquetados.

El envase y el cierre deben ser objeto de consideración en la recepción, debiendo plantearnos algo que pudiese parecer obvio, ¿es el producto inocuo para el envase?, de no ser así evidentemente el producto no debiera ser aceptado. Esto ocurrirá con muy pocos productos que, de manejarse en las instalaciones de la empresa, serán conocidos de antemano por el encargado de la recepción.



Figura 3. Control en recepción.

El recipiente no solamente debe estar exento de fugas, sino que además no debe presentar ningún signo de deterioro que las haga previsibles en el futuro.

Los recipientes con sistemas de cierre reutilizables habrán de estar diseñados de forma que puedan cerrarse varias veces sin pérdidas en su contenido.

Si el recipiente va a utilizarse para algo más que contener el producto, por ejemplo como expendedor, debe revisarse si las características del envase lo permitirán, debiendo decidir en ese momento si el producto se rechaza o no. Si se acepta un producto contenido en un envase no apto para su uso debe inmovilizarse la partida de producto hasta poder disponer de envases apropiados.

A continuación se presenta un posible modelo para la recepción de productos químicos peligrosos

Recepción de productos químicos peligrosos				
Responsable recepción				
Producto químico peligroso				
Albarán				
Pedido				
Fecha			Firma	
1. ¿El producto químico, su cantidad y envase coinciden con lo reflejado en el albarán y el pedido correspondiente?			SI	NO
2. ¿El etiquetado es correcto, en castellano y conteniendo la información, pictograma e indicaciones de peligro necesarias?			SI	NO
3. ¿El producto se encuentra en la relación de productos químicos peligrosos de la empresa?			SI	NO
4. ¿El producto viene acompañado de su ficha de seguridad?			SI	NO
5. ¿El envase presenta fugas o deterioros visibles que los haga previsibles, tales como golpes, abolladuras...?			SI	NO
6. ¿El envase presenta deformaciones por presión, está inflado o colapsado?			SI	NO
7. ¿Es el envase compatible con el producto?			SI	NO
8. ¿El producto se presenta en el envase solicitado?			SI	NO

Indicaciones de uso

Si ha marcado todas las casillas verdes, el producto debe ser aceptado.
Si ha marcado la casilla roja en algún apartado:

0. Si no se dispone del pedido del producto o a este no le acompaña el albarán, no aceptarlo.
1. Si la respuesta es no, no aceptar el producto y notificar al responsable de la sección.
2. Si la respuesta es no, no aceptar el producto y notificar al responsable de la sección.
3. Si la respuesta es no, notificar al encargado de la sección, para que adopte las medidas pertinentes y al departamento de prevención de riesgos laborales para que incluya el producto en la relación de productos químicos peligrosos de la empresa. Tras lo anterior aceptar el producto.
4. Si la respuesta es no, comprobar si se dispone de ella. Si ya se tiene la ficha de seguridad, aceptar la recepción, de no ser así, no hacerlo.
5. Si la respuesta es sí no aceptar el producto.
6. Si la respuesta es sí no aceptar el producto.
7. Si comprobado el listado de envases incompatibles, el producto químico y el envase están en el listado como incompatibles, no aceptarlo.
8. Si la respuesta es no, no aceptar el producto y notificar al responsable de la sección.

7. ENVASADO

La elección del recipiente adecuado para una sustancia química influirá en gran medida tanto en la probabilidad de producción de un accidente como en las posibles consecuencias del mismo.

Debe utilizarse el tamaño de recipiente más pequeño compatible con la actividad a realizar.

Para contener productos químicos peligrosos nunca se utilizarán envases alimentarios u otros con formas o decoraciones que puedan inducir a error sobre su contenido.



Figura 4. Envases de plástico. Cortesía EdP, S.A.

En cuanto al material del recipiente cada uno de los materiales presenta ventajas e inconvenientes debiendo elegirse el más apropiado según el uso que vaya a darse al mismo.

- El vidrio es resistente a la mayoría de los productos pero es muy frágil. Para ello se requiere transportar los envases de vidrio en contenedores de protección y limitar su uso solamente a pequeñas cantidades, no más de 2 litros para sustancias muy corrosivas y muy tóxicas, y de 4 litros para inflamables, nocivas, etc... Debe tenerse en cuenta que el vidrio permite una identificación muy rápida de cualquier variación de aspecto del contenido del envase. En el caso de productos sensibles a la luz deben utilizarse vidrios tintados.
- Los recipientes de plástico, aunque son resistentes a muchas sustancias químicas y soportan pequeños golpes, sufren un proceso de deterioro con el tiempo que se acelera si se exponen a los rayos solares de forma directa, (Figura 4).
- Los recipientes metálicos son los más seguros aunque no permiten la inspección del aspecto del contenido.

Los envases de productos químicos peligrosos deben presentar las siguientes condiciones:

- Deberán estar concebidos y realizados de forma que impidan cualquier escape de su contenido.
- Los materiales de los que estén constituidos los envases y sus cierres no deberán ser atacados por el contenido ni ser susceptibles de formar con él combinaciones nocivas o peligrosas.
- Los envases y sus cierres deberán ser suficientemente resistentes en todas sus partes, de forma que no produzcan ablandamientos y que respondan adecuadamente a las exigencias de su normal conservación. El sistema de cierre debe estar concebido para que pueda volver a cerrarse varias veces sin pérdida de su contenido (Figura 5).
- Los recipientes no deben volverse quebradizos o permeables por la acción de la luz o la temperatura.
- Los envases deben llenarse manteniendo un espacio vacío suficiente para que la dilatación del contenido debida a un aumento normal de temperatura no deforme el recipiente.



Figura 5. Envase protegido y con sistema de cierre. Cortesía Scharlab.

Cuando dentro de un mismo embalaje se coloquen envases de diferentes productos, éstos no deben ser de sustancias incompatibles y deben estar colocados de forma que, en condiciones normales de manipulación, no sea posible dañar los envases contenidos. Para ello se pueden utilizar materiales de relleno en el embalaje exterior. Si un embalaje de este tipo contiene productos de especial peligrosidad, el material de relleno del embalaje exterior debe ser capaz de absorber el producto en caso de rotura.

Cuando un recipiente está destinado a contener un líquido muy volátil, un aumento de temperatura llevará unido un aumento tal de la presión interior del envase que, de no controlarse, podría producir una explosión. Los recipientes para líquidos muy volátiles (Figura 6), deben incorporar:

- Algún sistema de control de presión, por ejemplo una válvula de control de presión.
- Mecanismos de apertura, que permitan eliminar la presión interna de forma gradual, por ejemplo tapones de rosca.
- Supresores de llama. Son sistemas que evitan que los gases que se incendian fuera de un recipiente lleguen al interior del mismo.
- Boca de vaciado. Si estos recipientes se utilizan como expendedores para llenar otros, además de la boca de llenado deben llevar una boca de vaciado, con ventilación calibrada para evitar borboteos al transvasar.



Figura 6. Recipientes para trasvases (Cortesía Scharlab).

8. CLASIFICACIÓN DE PRODUCTOS QUÍMICOS PELIGROSOS

Los productos químicos son considerados peligrosos cuando poseen alguna característica que intrínsecamente les asocia un riesgo. Estas categorías están basadas en las propiedades fisicoquímicas, en las toxicológicas, en los efectos específicos sobre la salud humana y en los efectos sobre el medio ambiente.

La clasificación de los productos químicos en una o varias categorías de peligro se efectúa a partir de los datos existentes, disponibles u obtenidos mediante métodos de ensayo, aplicando unos determinados criterios para cada categoría de peligro.

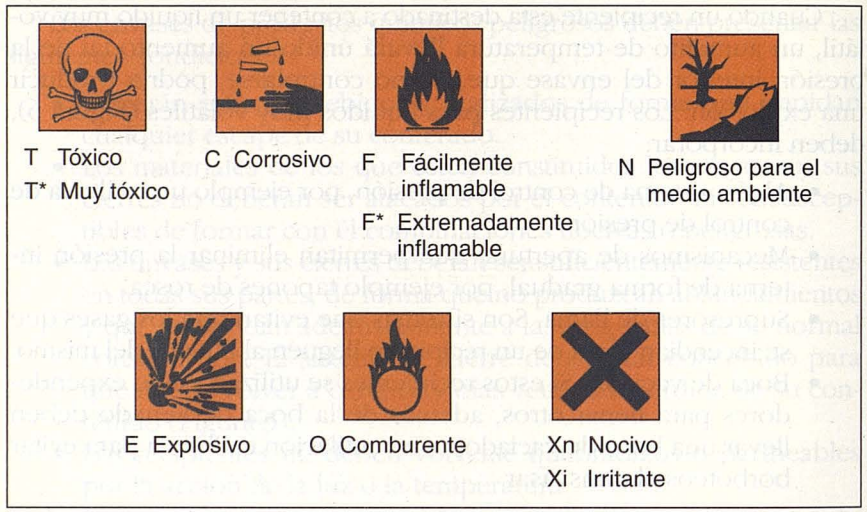


Figura 7. Pictogramas.

Todos los productos químicos presentes en una empresa, sean productos comercializados, preparados en la propia empresa, productos intermedios del proceso productivo o residuos del mismo, han debido ser clasificados previamente. La clasificación de los productos es la única manera de conocer los riesgos que presentan y, por lo tanto, de decidir las medidas a tomar para que cualquier operación relacionada con los mismos resulte segura.

8.1. Productos químicos peligrosos clasificados por sus propiedades fisicoquímicas

Para la clasificación de un producto según sus propiedades fisicoquímicas se tienen en cuenta los datos obtenidos mediante métodos de ensayo. El carácter explosivo o comburente se determina basándose en la respuesta del producto frente al choque o fricción, a su capacidad de producir una reacción exotérmica sin ayuda de energía o cuando entra en contacto con sustancias combustibles. También se tienen en cuenta a algunas sustancias con un grupo funcional definido, como es el caso de los peróxidos orgánicos, que debido a su reactividad siempre se consideran comburentes. La inflamabilidad en sus tres grados: extremadamente inflamable, fácilmente inflamable e inflamable, para los líquidos es función de su punto de inflamación o destello y su punto de ebullición. También se consideran extremadamente inflamables los gases que se inflaman en contacto con el aire y fácilmente inflamables los sólidos susceptibles de inflamarse tras un breve contacto con una fuente de ignición, así como todos aquellos productos que por reacción con otros pueden desprender gases inflamables o explosivos.

Según los criterios citados, los productos químicos peligrosos atendiendo únicamente a sus propiedades fisicoquímicas se pueden clasificar en:

a) Explosivos: las sustancias y preparados sólidos, líquidos, pastosos o gelatinosos que, incluso en ausencia de oxígeno del aire, puedan reaccionar de forma exotérmica con rápida formación de gases y que, en condiciones de ensayo determinadas, detonan, deflagran rápidamente o, bajo el efecto del calor, en caso de confinamiento parcial, explotan. Ejemplos: ácido pícrico y nitroglicerina.

b) Comburentes: las sustancias y preparados que, en contacto con otras sustancias, en especial con sustancias inflamables, produzcan una reacción fuertemente exotérmica. El calor generado en estas reacciones puede desencadenar incendios o explosiones. Ejemplos: peróxido de benzoilo y nitrato de sodio.

c) Extremadamente inflamables: las sustancias y preparados líquidos que tengan un punto de inflamación extremadamente bajo y un punto de ebullición bajo, y las sustancias y preparados gaseosos que, a temperatura y presión normales, sean inflamables en el aire. Ejemplos: éter dietílico e hidrógeno.

d) Fácilmente inflamables: las sustancias y preparados que cumplan alguna de las siguientes condiciones:

- Sustancias y preparados que puedan calentarse e inflamarse en el aire a temperatura ambiente sin aporte de energía.
- Sólidos que puedan inflamarse fácilmente tras un breve contacto con una fuente de inflamación y que sigan quemándose o consumiéndose una vez retirada dicha fuente.
- Líquidos cuyo punto de inflamación sea muy bajo.
- Sustancias o preparados que en contacto con agua o con aire húmedo, desprendan gases extremadamente inflamables en cantidades peligrosas.

Ejemplos: etanol y magnesio en polvo.

e) Inflamables: los preparados líquidos y sustancias cuyo punto de ignición sea bajo. Ejemplos: aluminio en polvo y butanol.

8.2. Productos químicos peligrosos clasificados por sus propiedades toxicológicas

La clasificación de un producto según sus propiedades toxicológicas está basada en datos de toxicidad aguda, de toxicidad crónica y en la irreversibilidad del efecto.

Cuadro 8. Criterios de toxicidad basándose en la toxicidad aguda

Categoría	DL 50 oral rata mg/Kg	DL 50 cutánea rata o conejo mg/Kg	CL50 inhalatoria rata mg/1/4 horas	
			Aerosoles o partículas	Gases y vapores
Muy tóxicos	< 25	< 50	< 0,25	< 0,5
Tóxicos	25-200	50-400	0,25-1	0,5-2
Nocivos	200-2000	400-2000	1-5	2-20

Para ello se consideran los valores de dosis letal media (DL50) y de concentración letal media (CL50) en animales vertebrados para cada vía de entrada tras una sola exposición para la toxicidad aguda (Cuadro 8) o mediante exposiciones repetidas o prolongadas en el caso de toxicidad subaguda, subcrónica o crónica (Cuadro 9). Estos datos permiten clasificar los productos en muy tóxicos, tóxicos o nocivos.

Cuadro 9. Criterios orientativos de aplicación de R48 (exposición prolongada o repetida*)

Categoría	Oral rata mg/Kg/día	Piel rata o conejo mg/Kg/día	Inhalación rata mg/1/6 horas/día
Tóxicos R 48	< 5	< 10	< 0,025
Nocivos R 48	< 50	< 100	< 0,25

* Toxicidad subaguda: 28 días (valores × 3).
Toxicidad subcrónica: 90 días.
Toxicidad crónica: 2 años

Según los criterios citados, los productos químicos peligrosos atendiendo únicamente a sus propiedades toxicológicas se pueden clasificar en:

a) Muy tóxicos: las sustancias y preparados que, por inhalación, ingestión o penetración cutánea en muy pequeña cantidad puedan provocar efectos agudos o crónicos, o incluso la muerte. Ejemplos: trióxido de arsénico y cianuro potásico.
b) Tóxicos: las sustancias y preparados que, por inhalación, ingestión o penetración cutánea en pequeñas cantidades puedan provocar efectos agudos o crónicos, o incluso la muerte. Ejemplos: acetonitrilo y cromato de estroncio.
c) Nocivos: las sustancias y preparados que, por inhalación, ingestión o penetración cutánea puedan provocar efectos agudos o crónicos, o incluso la muerte. Ejemplos: Carbonato de bario y dietilenglicol.

8.3. Productos químicos peligrosos clasificados por sus propiedades sobre la piel y las mucosas

Los efectos corrosivos se establecen a partir de la capacidad del producto para destruir los tejidos, considerando el tiempo necesario para que se produzca el daño (minutos y horas). Los productos fuertemente alcalinos (pH > 11,5) o fuertemente ácidos (pH < 2) se consideran corrosivos debido a lo previsible de su efecto.

Por su parte los efectos irritantes por vía cutánea se establecen a partir del tamaño de los eritemas y escaras o bien de los edemas provocados en la piel de animales tras períodos de exposición de un máximo de 4 horas y cuyos efectos persisten al menos 24 horas. En el caso de los ojos, los productos se consideran irritantes en función de lesiones oculares tales como: opacidad de la córnea, lesión del iris, enrojecimiento y edema de la conjuntiva. La irritación por vía inhalatoria se asigna principalmente a partir de observaciones en humanos.

El carácter sensibilizante de un producto químico se establece, generalmente, a partir de datos epidemiológicos. La sensibilidad por contacto cutáneo puede también establecerse a partir de experiencias en animales. Por ejemplo el diisocianato de 1,6-hexametileno es considerado sensibilizante por inhalación y por contacto con la piel.

Según los criterios citados, los productos químicos peligrosos atendiendo únicamente a sus propiedades sobre la piel y las mucosas se pueden clasificar en:

a) Corrosivos: las sustancias y preparados que, en contacto con tejidos vivos, puedan ejercer una acción destructiva de los mismos. Ejemplos: ácido clorhídrico 35% y hipoclorito sódico 25%.
b) Irritantes: las sustancias y preparados no corrosivos que, por contacto breve, prolongado o repetido con la piel o las mucosas puedan provocar una reacción inflamatoria. Ejemplos: ácido clorhídrico 15% y dietilamina.
c) Sensibilizantes: las sustancias y preparados que, por inhalación o penetración cutánea, puedan ocasionar una reacción de hipersensibilización, de forma que una exposición posterior a esa sustancia o preparado dé lugar a efectos negativos característicos. Ejemplos níquel y diisocianato de 2,4-tolueno.

8.4. Productos químicos peligrosos clasificados por sus efectos específicos sobre la salud humana

Se consideran efectos específicos sobre la salud humana aquellos en los que la relación causa/efecto es de tipo probabilístico (efectos estocásticos). Entre ellos se incluyen los carcinogénicos, los mutagénicos y los efectos sobre la reproducción, en este caso se refiere tanto a la capacidad reproductora masculina o femenina como a alteraciones en el desarrollo del ser humano. Según sea la evidencia respecto a la probabilidad de que tenga lugar el efecto se distinguen, para cada uno de ellos, según la clasificación CE, tres categorías:

- Categoría 1, cuando se tienen pruebas suficientes respecto a la relación entre exposición y efectos en el hombre (datos epidemiológicos).
- Categoría 2, cuando hay elementos suficientes, basados en estudios en animales, para suponer que la exposición implica un riesgo.
- Categoría 3, cuando la posibilidad de efectos en el hombre son preocupantes pero las pruebas disponibles no son suficientes o no son concluyentes.

Según los criterios citados, los productos químicos peligrosos atendiendo únicamente a sus efectos específicos sobre la salud humana se pueden clasificar en:

a) Carcinogénicos: las sustancias y preparados que, por inhalación, ingestión o penetración cutánea, puedan producir cáncer o aumentar su frecuencia. Ejemplos Benceno y arseniato de plomo.
b) Mutagénicos: las sustancias y preparados que, por inhalación, ingestión o penetración cutánea, puedan producir defectos genéticos hereditarios o aumentar su frecuencia. Ejemplos cloruro de cadmio y óxido de etileno.
c) Tóxicos para la reproducción: las sustancias o preparados que, por inhalación, ingestión o penetración cutánea, puedan producir efectos negativos no hereditarios en la descendencia (teratogénicos), o aumentar la frecuencia de éstos, o afectar de forma negativa a la función o a la capacidad reproductora masculina o femenina. Ejemplos 2-etoxietanol y cromato de plomo.

8.5. Productos químicos peligrosos clasificados por sus efectos específicos sobre el medioambiente

Respecto al medio ambiente se consideran los efectos sobre los distintos ecosistemas, principalmente el acuático, y los peligros que el producto representa para la capa de ozono. En lo referente al medio ambiente acuático se tienen en cuenta, para los productos químicos, la toxicidad aguda en peces, algas y Daphnias y los daños a largo plazo en función de su biodegradabilidad y posible bioacumulación. En el medio no acuático se consideran los efectos negativos sobre la fauna, la flora y los organismos del suelo, incluidos los daños a largo plazo.

Según los criterios citados, los productos químicos peligrosos para el medioambiente son clasificados como:

a) Peligrosos para el medio ambiente: las sustancias o preparados que, en caso de contacto con el medio ambiente, presenten o puedan presentar un peligro inmediato o futuro para uno o

más componentes del medio ambiente. Ejemplos 1,2-diclorobenceno y difenilo.

Los criterios de clasificación descritos anteriormente se aplican tanto para sustancias como para preparados. En el caso concreto de los preparados y por lo que se refiere a su clasificación respecto a las propiedades toxicológicas y efectos sobre la salud, también puede aplicarse, en función de la composición del preparado y peligrosidad de sus componentes, un método de cálculo basado en límites de concentración. Este método llamado convencional que se describe en la legislación y es obligatorio para la clasificación de un preparado en lo referente a efectos específicos sobre la salud, no es aplicable para las propiedades fisicoquímicas.

9. ETIQUETADO DE PRODUCTOS QUÍMICOS PELIGROSOS

La etiqueta es la principal, aunque no la única, fuente de información que llega al usuario sobre los riesgos que puede suponer el manejo de un determinado producto químico. La identificación de los riesgos asociados a los productos químicos es el principio y la fundamental para una correcta gestión de los mismos.

El objetivo fundamental de una etiqueta es identificar el producto y al responsable de su comercialización así como el aportar información sobre los riesgos que presenta, principalmente desde el punto de vista de la seguridad y de las vías de entrada al organismo en caso de exposición (Figura 10). También puede dar indicaciones sobre condiciones para el almacenamiento y las condiciones para una manipulación segura, teniendo en cuenta operaciones habituales como el trasvase y posibles reacciones por contacto con productos incompatibles.

La necesidad de tener información sobre el riesgo químico no es exclusiva de los productos comercializados sino que incluye cualquier producto presente en el lugar de trabajo, no siendo aceptable la presencia de productos sin etiquetar o etiquetados inadecuadamente, como por ejemplo la botella de la derecha de la Figura 11. Para facilitar la elaboración de etiquetas algunos comercializadores de productos químicos ofrecen ayudas para la elaboración de las mismas por parte de los usuarios, programas informáticos generadores de etiquetas que pueden imprimirse en cualquier impresora e incluso pueden hacerse



Figura 10. Etiquetado correcto.



Figura 11. Etiquetados.

en papel auto-adhesivo. También es fácil encontrar etiquetas con las que fácilmente puede componerse la etiqueta de un producto químico peligroso, (Figura 12).

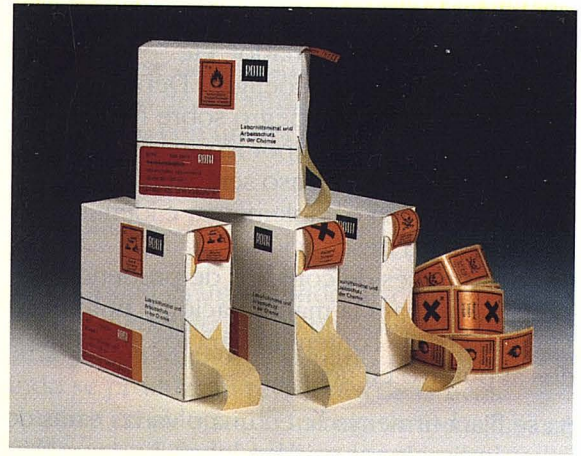


Figura 12. Etiquetas adhesivas (Cortesía Scharlab).

El etiquetado de algunos productos químicos peligrosos, entre ellos, los residuos químicos peligrosos, tienen un tratamiento legal diferente del que corresponde a los comercializados, esto debe tenerse en cuenta. No obstante, la información proporcionada al trabajador no debe ser menor que la proporcionada en el etiquetado de los productos químicos comercializados y de serlo en el etiquetado, ésta se complementará con otros documentos entregados al trabajador, como por ejemplo un procedimiento de trabajo.

9.1. Contenido de la etiqueta

La etiqueta de un producto químico peligroso debe contener de manera legible e indeleble y al menos en la lengua oficial del Estado en el que el producto va a ser utilizado, como mínimo la siguiente información:

- Identificación del producto, nombre de la sustancia química, utilizando la denominación recogida en la legislación o una nomenclatura internacionalmente reconocida como EINECS, ISO, IUPAC,... Además, si el producto químico tiene un nombre coloquial conocido también éste se deberá reflejar. Si se trata de un preparado, se colocará en la etiqueta el nombre del preparado y además se reflejarán los componentes que confieran al preparado alguna característica de peligrosidad reflejando también su concentración.
- Nombre, dirección y teléfono del responsable de su comercialización, sea fabricante, importador, etc.
- Símbolos e indicaciones de peligro. Deberán coincidir con los descritos en la Figura 7, en negro sobre fondo amarillo anaranjado. Cada símbolo ocupará por lo menos, 1/10 de la superficie de la etiqueta y en ningún caso será inferior a 1 cm^2.
- Frases R, que permiten complementar e identificar determinados riesgos mediante su descripción.
- Frases S, que a través de consejos de prudencia establecen medidas preventivas para la manipulación y utilización.
- Cantidad nominal de contenido para los preparados ofrecidos o vendidos al público en general.

La etiqueta se fijará firmemente en una o varias caras del envase, de forma que dichas indicaciones puedan leerse horizontalmente cuando el envase esté colocado en posición normal.

La etiqueta no será necesaria cuando los requisitos exigidos vayan indicados con claridad en el propio envase.

Las etiquetas deben mantenerse en buen estado, deben sustituirse en cuanto empiecen a deteriorarse.

El etiquetado de productos químicos peligrosos nunca debe tener indicaciones sobre ausencia de riesgos como por ejemplo: producto no peligroso o producto no inflamable. Estas indicaciones pueden transmitir la idea errónea de que el producto no presenta ningún riesgo o inducir a una infravaloración del que representa.

Si lo que se quiere es reutilizar un envase, debe estar completamente limpio antes de su reutilización, nunca deben superponerse etiquetas, ni escribir o rotular sobre la original.

La superficie o dimensiones mínimas de las etiquetas, dependiendo del tamaño del envase, no deben ser inferiores a los formatos siguientes:

Contenido del envase	Dimensiones de la etiqueta
≤ 3 litros	52 × 74 mm
3-50 litros	74 ×105 mm
50-500 litros	105 × 148 mm
> 500 litros	148 × 210 mm

Cuando los envases sean muy pequeños o de una forma tal que no permitan la utilización de una etiqueta, o de una que no pueda contener lo ya especificado, se deberá sustituir o complementar la etiqueta de otra forma apropiada de información, esta puede ser, por ejemplo, acompañando al envase con un documento.

9.2. Ficha de seguridad

La ficha de seguridad es un segundo nivel de información, mucho más completo que la etiqueta. El responsable de la comercialización deberá facilitarla gratuitamente al usuario profesional en la primera entrega y cuando se produzcan revisiones de la ficha.

Debe disponerse en el lugar de trabajo de todas las hojas de seguridad de los productos utilizados, debiendo estar éstas a disposición de los trabajadores para que puedan consultarlas.

Las hojas de seguridad deben tener los siguientes apartados con el contenido que se indica:

1. *Identificación de la sustancia/preparado y de la sociedad/empresa*

a) Identificación de la sustancia o del preparado.
b) La denominación empleada para su identificación deberá ser idéntica a la que figura en la etiqueta.
c) Se podrán indicar otros medios de identificación en caso de que existan.
d) Identificación de la sociedad o empresa:

- Identificación del responsable de la comercialización, ya sea el fabricante, el importador o el distribuidor.
- Dirección completa y número de teléfono de este responsable.

e) A fin de completar la información anteriormente mencionada, debe reflejar el número de teléfono de urgencias de la empresa o del organismo oficial responsable de la comercialización.

2. *Composición/información sobre los componentes*

Esta información debe permitir al destinatario conocer sin dificultad los riesgos que pueda presentar la sustancia o el preparado.

Por lo que respecta a los preparados:

a) No es necesario indicar su composición completa (naturaleza de los componentes y su concentración).
b) Sí es preciso mencionar la concentración o gama de concentraciones, en caso de que se presenten sustancias peligrosas para la salud con concentraciones significativas.
c) Para las sustancias mencionadas anteriormente, hay que indicar su clasificación, atendiendo a su peligrosidad, es decir, los símbolos y frases R que se les hayan asignado.
d) Si la identidad de algunas sustancias quisiera omitirse por confidencialidad, habrá que describir su naturaleza química para garantizar la seguridad en el empleo. Solo podrá sustituirse el nombre del producto por la descripción de su naturaleza o por un genérico si esto no supone una merma en la información sobre el riesgo aportada por la ficha de seguridad.

3. *Identificación de peligros*

Indicación clara y breve de los peligros principales, especialmente los peligros esenciales que presenta la sustancia o el preparado para el hombre o el medio ambiente.

Descripción de los principales efectos peligrosos para la salud del hombre y los síntomas relacionados con la utilización y el uso incorrecto razonablemente previsible.

Esta información deberá ser compatible con la que figure en la etiqueta, pero no es necesario que la repita.

4. *Primeros auxilios*

Descripción de los primeros auxilios. No obstante, es importante especificarse si se precisa un examen médico inmediato.

La información sobre primeros auxilios debe ser breve y fácil de entender por el accidentado, los allí presentes y los socorristas. Deberán describirse brevemente los síntomas y los efectos. En las instrucciones se indicará lo que se ha de hacer sobre el terreno en caso de accidente y lo que no, además indicará si son previsibles efectos retardados tras una exposición.

Debe reflejarse un apartado según las distintas vías de exposición, es decir, inhalación, contacto con la piel, con los ojos e ingestión.

Indicar si se requiere o es aconsejable atención médica.

Puede resultar importante, en el caso de algunas sustancias o preparaciones, hacer hincapié en la necesidad de disponer de medios especiales para aplicar un tratamiento específico e inmediato en el lugar de trabajo.

5. *Medidas de lucha contra incendios*

Se indicarán las normas de lucha contra un incendio provocado por la sustancia o el preparado y originado en sus proximidades, haciendo referencia a:

- Los medios de extinción adecuados.
- Los medios de extinción que no deben utilizarse por razones de seguridad.
- Los riesgos especiales y particulares que resulten de la exposición a la sustancia/preparado en sí, a los productos de combustión o gases producidos.
- El equipo de protección especial para el personal de lucha contra incendios.

6. *Medidas a tomar en caso de vertido accidental*

Según cuál sea la sustancia o el preparado de que se trate eventualmente, se necesitará información sobre:

- Precauciones individuales:

  Alejarse de las fuentes de inflamación, suficiente ventilación/protección respiratoria, lucha contra el polvo, prevención de contacto con la piel o los ojos.

- Precauciones para la protección del medio ambiente:

  Evitar la contaminación de desagües, aguas superficiales y subterráneas así como del suelo. Se planteará una eventual alerta a instalaciones cercanas.

- Métodos de limpieza:

  Utilización de materiales absorbentes por ejemplo: arena, tierra de diatomeas, aglomerante ácido, aglomerante universal, serrín, etc. Eliminación de los gases/humos con protección de agua, dilución, etc.
  Se considerará también la necesidad de dar indicaciones del tipo: no utilice nunca..., neutralice con...
  Si se considera oportuno, hacer referencia a los puntos 8, 11, 12 y 13.

7. *Manipulación y almacenamiento*

a) Manipulación

Considerar las precauciones a tomar para garantizar una manipulación sin peligro que incluyan las medidas de orden técnico,

tales como: la ventilación local y general, las medidas destinadas a impedir la formación de partículas en suspensión y polvo, o para prevenir incendios, así como cualquier otra exigencia o norma específica relativa a la sustancia o el preparado (por ejemplo, equipo y procedimientos de empleo recomendados o prohibidos) proporcionando, si es preciso, una breve descripción.

b) Almacenamiento

Indicar las condiciones necesarias para un almacenamiento seguro, por ejemplo: diseño especial de locales o depósitos de almacenamiento (incluidas paredes de protección y ventilación), materias incompatibles, condiciones de almacenamiento (temperatura y límite intervalo de humedad, luz, gases inertes, etc.). Equipo eléctrico especial y prevención de la acumulación de la electricidad estática. Llegado el caso, establecer las cantidades límites que pueden almacenarse. Reseñar, en concreto, cualquier dato específico, por ejemplo, el tipo de material utilizado en el envase contenedor de la sustancia o el preparado.

8. *Controles de exposición/protección personal*

En la ficha de seguridad, la noción de control de exposición incluirá todas las precauciones que deben tomarse durante la utilización del producto, para reducir al mínimo la exposición de los trabajadores.

Se deben adoptar medidas de orden técnico antes de recurrir a los equipos de protección personal. Por tanto, conviene suministrar información sobre la concepción del sistema, por ejemplo, recinto de confinamiento. Esta información será complementaria de la proporcionada por la ficha de seguridad según lo especificado en el punto 9.1.

Se indicará todo parámetro específico de control con su referencia, como valores límite o normas biológicas. Proveer información sobre los procedimientos de vigilancia recomendados e indicar la referencia.

En los casos en los que la protección personal sea necesaria, se especificará el tipo de equipo que proporcione una protección adecuada:

- Protección respiratoria:

  Si se trata de gases, vapores o polvos peligrosos se tendrá en cuenta la necesidad del equipo de protección apropiado, como

aparatos respiratorios autónomos, máscaras y filtros adecuados.
Cuando proceda, se hará referencia a las normas pertinentes.

- Protección de las manos:

  Se especificará el tipo de guantes que deben usarse para la manipulación de la sustancia o del preparado. Si es necesario, indicar cualquier medida complementaria de protección de las manos de la piel.
  Cuando proceda, se hará referencia a las normas pertinentes.

- Protección de los ojos:

  Se especificará el tipo de protección ocular que se necesita: gafas de protección ocular de montura universal, de montura integral o pantalla facial.

- Protección cutánea:

  Si se trata de proteger una parte del cuerpo distinta de las manos, se especificará el tipo de equipo de protección que se necesita: mono, delantal, botas, etc... y las condiciones que deben cumplir, incluyendo entre ellas, los materiales de los que puede estar constituido.
  Si es preciso, se indicarán las medidas de higiene particulares.

9. *Propiedades físicas y químicas.*

Este epígrafe debe contener las informaciones reflejadas en el cuadro siguiente, según se aplique a la sustancia o al preparado.

Aspecto	El estado físico (sólido, líquido, gas) y el color de la sustancia o el preparado tal y como se comercializa.
Olor	Si el olor es perceptible, su descripción breve.
pH	El pH de la sustancia/preparado tal y como se comercializa o de una solución acuosa, en este último caso, indicar la concentración

Punto/intervalo de ebullición Punto/intervalo de fusión Punto de destello. Inflamabilidad (sólido/gas) Autoinflamabilidad Peligro de explosión Propiedades comburentes Presión de vapor Densidad relativa. Solubilidad Hidrosolubilidad Liposolubilidad	Estas propiedades se determinarán siguiendo las disposiciones recogidas en la legislación aplicable a la clasificación de sustancias químicas peligrosas o por cualquier otro método equivalente.
Otros datos	Se indicarán los parámetros importantes para la seguridad tales como la densidad de vapor, miscibilidad, velocidad de evaporación, conductividad, viscosidad, etc.

10. *Estabilidad y reactividad*

Se indicará la estabilidad de la sustancia o de la preparación y la posibilidad de reacciones peligrosas, bajo ciertas condiciones.

- Condiciones que deben evitarse:

  Se enumerarán las condiciones tales como la temperatura, la presión, la luz, los choques.... susceptibles de provocar una reacción peligrosa y, sí es posible, describirlas brevemente.

- Materias que deben evitarse:

  Se citarán, las materias tales como el agua, el aire, los ácidos, las bases, los oxidantes o cualquier otra sustancia específica susceptible de provocar una reacción peligrosa y, si es posible, se describirán brevemente.

- Productos de descomposición peligrosos:

  Se enumerarán las materias peligrosas producidas en cantidades peligrosas como resultado de la descomposición, señalando expresamente:

  — La necesidad y la presencia de estabilizadores.
  — La posibilidad de una reacción exotérmica peligrosa.

— Las posibles repercusiones que un cambio del aspecto físico de la sustancia o el preparado puede tener en la seguridad.
— Los productos de descomposición peligrosos que eventualmente se puedan formar como resultado del contacto con el agua.
— La posibilidad de degradación en productos inestables.

11. *Información toxicológica*

Este epígrafe responde a la necesidad de dar una descripción concisa, aunque completa y comprensible, de los diferentes efectos tóxicos que se pueden observar cuando el usuario entra en contacto con la sustancia o el preparado.

Se incluirán, cuando proceda, los efectos peligrosos para la salud debidos a una exposición a la sustancia o el preparado, tanto si estos efectos están basados en casos reales como en conclusiones de experimentos científicos. Se incluirá información sobre las diferentes vías de exposición (inhalación, ingestión, contacto con la piel y los ojos), y se describirán los síntomas relacionados con las propiedades físicas, químicas y toxicológicas. Se indicarán los efectos retardados e inmediatos conocidos así como los efectos crónicos producidos por una exposición a corto y largo plazo, por ejemplo: sensibilización; efectos carcinógenos; mutagénicos; la toxicidad para la reproducción; incluidos los efectos teratogénicos y la narcosis.

Teniendo en cuenta la información ya facilitada en el punto 2, Composición/información sobre los componentes, puede resultar necesario hacer referencia a los efectos específicos que pueden tener para la salud determinados componentes presentes en las preparaciones.

12. *Informaciones ecológicas*

Se determinarán los efectos, comportamiento y destino final debidos a la naturaleza de la sustancia o el preparado y sus usos previsibles. Se facilitará información del mismo tipo acerca de los productos peligrosos resultantes de la degradación de sustancias y preparados.

Ejemplo de información ecológica pertinente, puede ser la siguiente:

MOVILIDAD

- Distribución conocida o prevista en los diferentes departamentos ambientales.
- Tensión superficial.
- Adsorción/desorción.
- Otras propiedades físico-químicas (véase el punto 9).

DEGRADABILIDAD

- Degradación biótica y abiótica.
- Degradación aerobia y anaerobia.
- Persistencia.

ACUMULACIÓN

- Potencial de bioacumulación.
- Bioamplificación.

Efectos a corto y largo plazo en:

ECOTOXICIDAD

- Organismos acuáticos.
- Organismos del suelo.
- Plantas animales terrestres.

OTROS EFECTOS ADVERSOS

- Potencial de agotamiento del ozono.
- Potencial de formación de ozono fotoquímico.
- Potencial de recalentamiento del planeta.
- Efectos en las centrales de tratamiento de aguas residuales.

13. *Consideraciones sobre la eliminación*

Si la eliminación de la sustancia o el preparado (excedentes o residuos resultantes de su utilización previsible) presenta un peligro, es conveniente facilitar una descripción de estos residuos así como información sobre la manera de manipularlos sin peligro.

Se indicarán los métodos apropiados de eliminación de la sustancia o el preparado así como de los envases contaminados (incineración, reciclado, vertido controlado, etc.).

Debe mencionarse toda disposición relacionada con la eliminación de residuos. Si éstas no existieran sería conveniente recordar al usuario que puede haber en vigor disposiciones nacionales o regionales.

14. *Información relativa al transporte*

Se reflejarán todas las precauciones especiales que el utilizador deba conocer o tomar para el transporte dentro y fuera de sus instalaciones.

A modo de información complementaria, se podrán facilitar datos relativos al transporte y envasado de mercancías peligrosas de conformidad con la recomendación de las Naciones Unidas y otros acuerdos internacionales.

15. *Información reglamentaria*

Se dará la información que figura en la etiqueta con arreglo a las directivas relativas a la clasificación, envasado y etiquetado de sustancias y preparados peligrosos.

Si la sustancia o el preparado a que se refiere la ficha de seguridad ha sido objeto de disposiciones particulares en materia de protección del hombre y el medio ambiente (por ejemplo, limitación de empleo, limitación de comercialización, valores límites de exposición en el lugar de trabajo), éstas deberán citarse en la medida de lo posible.

Es también deseable que la ficha de datos recuerde a los destinatarios que deben cumplir cualquier otra disposición nacional de aplicación.

16. *Otras informaciones*

Se indicará toda información que pueda ser importante para la seguridad y la salud, así como para la protección del medio ambiente, por ejemplo:

- Consejos relativos a la formación.
- Usos recomendados y restricciones.

- Otra información (referencias escritas y/o punto de contacto técnico).
- Fuentes de los principales datos utilizados en la ficha.

Se deberá facilitar asimismo la fecha de emisión de la ficha de datos, si ésta no se especifica en ninguna otra parte.

9.3. Otros medios de información

Además de las etiquetas y hojas de seguridad, también existen otras posibilidades para obtener información, entre otras:

Consultar al fabricante o proveedor del producto para que nos aporte más datos sobre aspectos específicos de seguridad.

Existen numerosos manuales y recopilaciones de hojas de seguridad en el mercado y en bibliotecas especializadas.

Actualmente se comercializan varias bases de datos informatizadas conteniendo referencias sobre riesgos de varios miles de sustancias químicas.


TOXNET

En internet existen numerosas bases de datos una de las destacables es el conjunto recogido en Toxnet en la dirección http://toxnet. nlm.nih.gov.

Otra importante fuente de datos la constituyen las denominadas Fichas Internacionales de Seguridad Química. El Proyecto de las International Chemical Safety Cards (ICSC) o Fichas Internacionales de Seguridad Química (FISQ) es una iniciativa del International Programme on Chemical Safety (IPCS). El proyecto se desarrolla en el marco de la cooperación entre IPCS y la Comisión de las Comunidades Europeas.

Las International Chemical Safety Cards recopilan de forma clara la información esencial de higiene y seguridad de sustancias químicas y no solo están destinadas a un uso directo por los trabajadores en planta, sino también por otros posibles interesados en fábricas, en agricultura, en la construcción y otros lugares de trabajo.

Varias instituciones científicas preparan una primera versión de las fichas a partir de la información disponible en cuanto a higiene y seguridad. Su misión es recoger y validar toda la información significativa. Posteriormente, las fichas se revisan por un Comité formado por expertos de consideración internacional, que tiene en cuenta los

comentarios recibidos por los fabricantes, los representantes de los trabajadores y los centros de primeros auxilios.

El IPCS es una actividad conjunta de tres organizaciones internacionales: el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), la Organización Internacional de Trabajo (OIT) y la Organización Mundial de la Salud (OMS). Uno de los principales objetivos del IPCS es llevar a cabo y difundir las evaluaciones de los riesgos ocasionados por las sustancias químicas a la salud y al medio ambiente.

La Dirección General de Empleo, Relaciones Industriales y Asuntos Sociales de la UE participa y contribuye económica y técnicamente en esta actividad del IPCS, que por estar relacionada directamente con la protección de los trabajadores es importante en el marco de los programas de salud y seguridad en el trabajo y toxicología de la UE.

Las fichas no tienen estatus legal, sino que pretenden ser una herramienta informativa, tanto para el propio trabajador, como para el empresario en su deber de dar información e instrucción a sus trabajadores. En este sentido, las fichas pueden desempeñar un papel especial en pequeñas y medianas empresas.

El proceso de elaboración de las fichas se basa en una actividad científica; el usuario debe ser consciente de que las fichas y la «Guía de Criterios» utilizada contienen los puntos de vista colectivos del Comité Revisor (IPCS-Peer- Review Committee). Pueden no reflejar en todos los casos los requerimientos incluidos en la legislación nacional. El usuario debe, por tanto, verificar la concordancia de las fichas con los requisitos legales en el país de su uso. Aunque en muchos países, entre ellos los de la UE, no pueden utilizarse las FISQ como fichas de seguridad es indiscutible que contienen información útil desde el punto de vista de la Prevención de Riesgos Laborales.

La «Guía de Criterios» para la preparación de las FISQ enumera las frases fijas empleadas, así como los criterios para su selección. Este documento fue desarrollado, en un principio, en los Países Bajos por el Instituto Holandés del Medio Laboral. Su forma actual se debe a la experiencia adquirida en la preparación de fichas por parte de las instituciones implicadas en esta tarea y cuya contribución merece especial reconocimiento.

El Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo Español pone a disposición, en su página web http://www.mtas.es/insht/ipcsnspn/spanish.htm, 1.000 fichas en soporte electrónico en castellano y enlaza con el NIOSH norteamericano para que pueda acceder del mismo modo a las fichas en inglés, francés y alemán.

10. ELEMENTOS DE ACTUACIÓN

10.1. Duchas de seguridad y fuentes lavaojos

Los elementos más habituales de actuación frente a accidentes en los que se producen derrames o salpicaduras sobre trabajadores son las duchas de seguridad y las fuentes lavaojos que pueden instalarse de forma conjunta o como elementos separados, Figura 13.

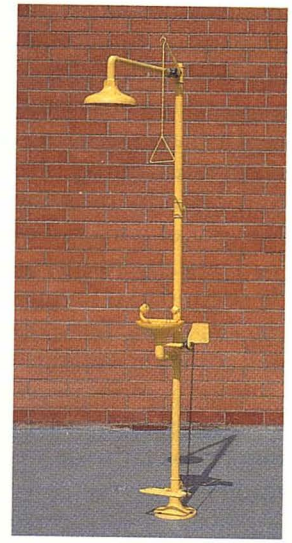


Figura 13. Ducha de seguridad. Cortesía C. Arboles.

Estos elementos deben estar alimentados con agua potable.

La ubicación de estos elementos debe determinarse teniendo en cuenta que su eficacia está ligada a la rapidez en que se utilizan tras un accidente o incidente. Es recomendable que el lugar elegido para la instalación de uno de estos sistemas se sitúe a una distancia inferior a ocho metros de los lugares en los que se pudiese producir un accidente que hiciese necesaria la utilización de los mismos, es una distancia en la que en condiciones normales un accidentado puede llegar sin dificultades con los ojos cerrados, posibilidad a tener en cuenta en estos accidentes. Los ocho metros indicados es una distancia que puede recorrerse en un intervalo de tiempo suficientemente corto como para que una proyección de producto químico sobre la piel o los ojos no produzca daños permanentes.

Deben ser elementos fácilmente visibles por lo que, además de su cercanía al puesto de trabajo, debe estar señalizada su ubicación mediante señales fotoluminiscentes o una combinación de señalización con luminarias de emergencia, también deben ser elementos accesibles, por tanto su zona de ubicación debe estar libre de materiales almacenados, equipos etc... La ubicación de estos elementos no puede ser un obstáculo en caso de evacuaciones de emergencia.

No puede haber instalaciones eléctricas en el entorno inmediato de estos elementos ya que durante su uso es previsible que se produzcan numerosas salpicaduras de agua que unidas a una instalación eléctrica podría ser una fuente de riesgo.

Preferiblemente irán dotados de desagüe ya que la no existencia del mismo podría condicionar el tiempo de uso de estos elementos pues en muchas ocasiones es el propio accidentado el que tras el accidente debe recoger el derrame de agua utilizada. Además, en las instalaciones en las que no existe desagüe la realización de ensayos periódicos de funcionamiento es más dificultosa, de todas formas la imposibilidad de colocar un desagüe no puede servir de argumento para no instalar estos sistemas cuando son necesarios.

Las llaves de paso de estas instalaciones deben quedar inaccesibles al personal, con el objetivo de impedir que al presentar una fuga se cierren dejando inservible la instalación. Las llaves deben ser solo utilizables por el personal de mantenimiento de las instalaciones.

Los trabajadores que pudiesen necesitar de la utilización de duchas de seguridad o fuentes lavaojos deben tener información sobre su ubicación, formación sobre la forma de utilizar estos equipos y actuaciones complementarias en caso de emergencia. Esta formación debe incluir los tiempos necesarios de uso de los mismos en caso de accidente y preferiblemente deberían incluir prácticas en las que se utilizasen al menos los lavaojos y entrenamiento para llegar a ellos con los ojos cerrados.



Figura 14. Uso de ducha de seguridad.

Si las duchas de seguridad o fuentes lavaojos se instalan a la intemperie en lugares en los que puedan darse temperaturas extremas, para evitar que una congelación pueda dañarlas deben instalarse equipos especialmente diseñados para estas situaciones. Estos equipos utilizan válvulas enterradas con desagüe automático. Al empujar la palanca de puesta en servicio, el agua sube por el tubo hasta la ducha o el lavaojos. Al cerrar la válvula después del uso, toda el agua que se encuentra en el tubo se va por el desagüe automático de la válvula de entrada. Otra posibilidad es la instalación exterior en paredes realizando la alimentación de estas duchas/lavaojos desde el interior del edificio, el equipo va provisto de una válvula que después de cada uso, hace un vaciado del agua que queda en las tuberías exteriores. En cualquiera de los elementos descritos la tubería queda sin agua no pudiendo sufrir daños por congelación.

Debe estudiarse la utilidad de que los elementos de actuación lleven asociada una alarma de uso. En los puestos de trabajo en los que pudiese producirse el accidente en soledad debe instalarse este sistema que dé aviso en el lugar desde el que se pueda prestar ayuda al accidentado.

En ocasiones, si el suministro de agua no está garantizado o no lo está el eléctrico si el de agua depende de él, se tendrá que recurrir a la instalación de depósitos que garanticen el suministro de agua necesario, en caudal y tiempo, para estas instalaciones. De recurrirse al uso de depósitos intermedios, debe tenerse prevista la renovación periódica del contenido del depósito que permita mantener una calidad adecuada del agua de suministro.

El mantenimiento de estos equipos es fundamental ya que son equipos que se utilizarán solamente en caso de accidente y precisamente deben estar en perfecto estado de funcionamiento en las muy esporádicas veces que sean utilizados. Para ello se impone de forma obligatoria un plan de mantenimiento que debe incluir un registro y revisiones someras con una periodicidad semanal, así como otras en más profundidad con una periodicidad que no debe exceder el trimestre.

En los siguientes apartados se han incluido dimensiones adaptadas a la población ge-

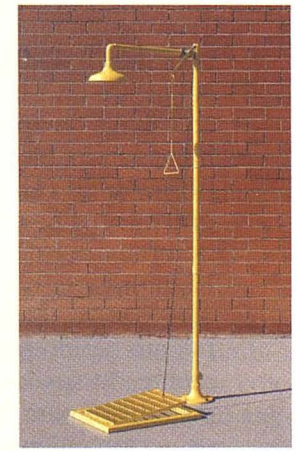


Figura 15. Ducha de plataforma.

neral. Si es posible que estos equipos pudieran ser utilizados por personas con características distintas de la población general, por ejemplo trabajadores en silla de ruedas, las dimensiones señaladas deberán cambiar adaptándose a los trabajadores.

10.2. Características de las duchas de seguridad

Las características recomendadas de forma general para una fuente de seguridad son:

- Rociador situado a unos 2,1-2,4 metros de altura con al menos 20 cm de diámetro y situado a más de 60 cm de la pared más cercana. Estas medidas tienen el objetivo de que el caudal de agua empape al trabajador por completo sin tener que elegir qué zona corporal estar duchando.
- Para garantizar el caudal de agua necesario la ducha no deberá estar alimentada con tubería de diámetro inferior a 3/4 de pulgada ni a una presión de agua inferior a 2 atmósferas. Debe además garantizarse el suministro de agua al menos 15 minutos siendo recomendable que pueda sobrepasar los 20 minutos.
- El agua de suministro debe ser potable y templada con el objetivo principal de evitar el riesgo de shock que supone el duchar a un accidentado con agua fría. La utilización de agua templada evita también la posibilidad de que el disconfort de una ducha con agua fría motive al accidentado a no permanecer el tiempo suficiente en ella.
- La válvula de apertura debe ser de accionamiento rápido y fácilmente atrapable de forma que una vez accionada no retorne a la posición de cerrado de forma automática. No deben utilizarse grifos convencionales ni cadenas, siendo el sistema recomendado un tirador de grandes dimensiones unido a una barra rígida. La altura a la que debe instalarse el tirador debe ser inferior a 1,75 metros siendo ésta una altura que permitirá un accionamiento rápido por parte de cualquier trabajador, independientemente de sus características físicas. Dependiendo del espacio disponible para la ducha una buena alternativa son los sistemas de accionamiento en forma de plataforma que se accionan al situarse sobre los mismos (Figura 15). Estos sistemas se utilizan más en instalaciones en exterior debido al espacio que ocupan.

10.3. Características de las fuentes lavaojos

Las características que deben tener las fuentes lavaojos (Figura 16), son las siguientes:

Deben disponer de dos boquillas o rociadores separados entre sí de 20 a 30 cm que permitan por tanto lavar los dos ojos a la vez y la cara, deben estar separados de la pared o de la superficie más cercana al menos 15 cm para poder ser usados con comodidad. El chorro de agua proporcionado por las boquillas debe ser de baja presión con agua potable y templada. Mediante estas medidas se minimizarán las molestias durante la operación de lavado que en la mayoría de las ocasiones durará entre 15 y 20 minutos.

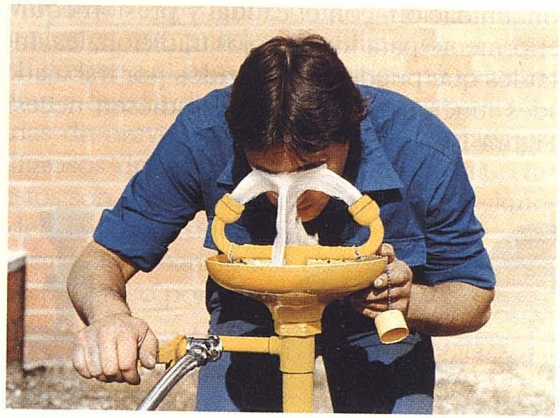


Figura 16. Lavaojos.

El sistema de accionamiento debe ser sencillo, de grandes dimensiones, que permita accionarse con los ojos cerrados, e incluso con el codo o el pie, sin necesidad de utilizar las manos para ese fin, pues estas estarán posiblemente ocupadas en abrir los párpados.

Es recomendable que los rociadores de los lavaojos queden tapados por cubiertas antipolvo que ayudan a proteger y mantener limpios los rociadores. En el momento de uso las cubiertas deben estar colocadas de forma que se desprendan por sí mismas al fluir agua no siendo necesario reparar en ellas durante el uso.

Para garantizar el caudal de agua necesario la fuente lavaojos no deberá estar alimentada con tubería de diámetro inferior a 1/2 de pul-

gada ni a una presión de agua inferior a 2 atmósferas. Debe tenerse en cuenta además que el suministro debe garantizarse al menos 15 minutos siendo recomendable el que pueda sobrepasar los 20 minutos.

En situaciones en las que es preciso disponer de una fuente lavaojos y es difícil realizar la instalación necesaria hay alternativas posibles pero cualquier alternativa debe cumplir con los mismos requisitos anteriormente expuestos. En ningún caso podrá sustituirse una fuente lavaojos por una botella, ya que nunca podrá suministrar ni el caudal apropiado ni durante el tiempo necesario.

Existen fuentes lavaojos que no precisan instalación, (Figura 17) ya que llevan incorporado un depósito que está presurizado, funciona por la fuerza de la gravedad o el agua es accionada por un pequeño motor eléctrico proporcionando agua durante el tiempo suficiente para realizar una descontaminación, con el caudal y presión equivalentes a los descritos anteriormente para los lavaojos tradicionales. Incluso existen modelos portátiles que pueden ser llevados por trabajadores que realizan actividades itinerantes en las que pudiesen necesitar este tipo de equipos (Figura 18).



Figura 17. Lavaojos sin instalación. Cortesía FARU, S.L.



Figura 18. Lavaojos presurizado. Cortesía FARU, S.L.

11. MANIPULACIÓN DE PRODUCTOS QUÍMICOS PELIGROSOS

El mayor índice de la siniestralidad con sustancias químicas se presenta en su manipulación, especialmente en las operaciones de trasvase. Esta operación debería efectuarse, en instalaciones fijas, en lugares bien ventilados, preferentemente con extracción localizada y bajo control de derrames, evitando el vertido libre. Debe ser igualmente objeto de consideración la idoneidad de los sistemas mecánicos de bombeo.

Una causa de la alta relación entre la manipulación de productos químicos y los accidentes de trabajo es la excepcionalidad y corta duración que se da en muchas ocasiones en estas tareas, quedando no integradas en el proceso de trabajo diario y por ello no concediéndoles la importancia que tienen. Otro problema relacionado con las operaciones no habituales es que pueden escaparse de la organización preventiva de una empresa al pasar inadvertidas, no valorándose el riesgo que representan y quedando sin medidas preventivas asociadas.

Las medidas de prevención a aplicar en el manejo de productos químicos peligrosos deben estudiarse e implantarse independientemente de si estos son productos comercializados, residuos o productos intermedios del proceso productivo.

En ningún caso debe banalizarse el riesgo por el manejo de un producto químico peligroso por muy conocido que este sea o muy habitual que sea su manejo.



Figura 19. Manipulación de productos químicos peligrosos.

11.1. Procedimientos de trabajo

La existencia de documentos en los que previamente a la realización de un trabajo se definen todos los aspectos relativos al mismo, puede presentar numerosas ventajas ya que, supone la posibilidad de establecer de una forma meditada y alejada de la urgencia y de la improvisación medidas preventivas y además incorporarlas a los citados procedimientos de trabajo.

Las medidas preventivas que se recogen en un protocolo de trabajo al ser establecidas previamente a la realización de los trabajos permiten que en el momento de llevarse a cabo, cualquier elemento necesario esté preparado para su uso.

La elaboración de un procedimiento de trabajo debería ser consecutiva a la adopción de otras medidas destinadas a eliminar y reducir al mínimo los riesgos, no debiendo nunca concebirse como alternativa a la adopción de medidas técnicas de control sino como complemento de las mismas.

Todo procedimiento de trabajo debería definir claramente las responsabilidades individuales en la ejecución de un trabajo, especificar las diversas tareas que lo conforman delimitando responsabilidades en caso de superposición de funciones, y facilitar el intercambio de la información necesaria durante el cambio de turnos, si esto ocurre.

Las indicaciones que debe contener un procedimiento de trabajo son:

- Indicaciones de los medios técnicos a utilizar en cada paso del trabajo (Figura 20).
- Avisos de la necesidad de uso de equipos de protección individual necesarios, especificando el tipo exacto (Figura 20).
- Avisos de riesgo en las operaciones en las que por su naturaleza éste sea más relevante.
- Dentro de los procedimientos de trabajo establecidos en una empresa deben existir algunos relacionados con accidentes y emergencias.

Se debe prestar especial atención a la elaboración de procedimientos de trabajo y medidas en caso de emergencia destinados a personas que realicen trabajos en soledad, adoptándose medidas adicionales si proceden.

Los procedimientos de trabajo deben revisarse siempre que se produzca algún cambio de las condiciones de trabajo y cuando se detecte



Figura 20. Medio técnico y EPI.

la necesidad de ello, por ejemplo en la investigación de un accidente. Periódicamente debe verificarse que el procedimiento sigue siendo válido, la revisión debería consistir, en particular, en verificaciones de:

- Los cambios en la plantilla de personal, los materiales, los equipos, los locales y los procedimientos utilizados.
- Los procedimientos en vigor para las labores realizadas fuera de los horarios de trabajo «normales».
- La idoneidad de los sistemas de supervisión.
- El cumplimiento de los sistemas y métodos de trabajo en los términos previstos.
- Las medidas que se deban adoptar para abandonar un trabajo cuya conclusión resulte irrealizable.
- Si el avance tecnológico convierte en obsoletas algunas medidas de seguridad utilizadas o algún apartado del procedimiento de trabajo.

11.2. Ejemplo de un procedimiento de trabajo

A continuación, se recoge como ejemplo un procedimiento de trabajo en el que se incluyen los aspectos comentados en el apartado anterior.

Adición de sosa caústica a una disolución en autoclave
0. Comenzar el trabajo solamente si se lleva puesto el uniforme de trabajo que incluye ropa y botas de protección frente a salpicaduras de productos químicos corrosivos.
1. Colocar la tolva metálica en la boca del autoclave con la ayuda de un polipasto.
2. Para realizar las tareas del punto siguiente del procedimiento debe utilizarse pantalla facial ya que pueden producirse salpicaduras de líquido corrosivo.
3. Tomar un saco de sosa, realizar un corte en uno de los extremos y arrojarlo en la tolva situada en la boca del autoclave, repitiendo esto con el número de sacos indicado en la orden de trabajo.
4. Retirar la tolva metálica de la boca del autoclave con la ayuda de un polipasto.
5. Colocar el detector de nivel en la boca del autoclave.
6. Colocar la manguera en la boca del autoclave, fijándola con el enganche.
7. Abrir la válvula de entrada de agua en el autoclave.
8. Pulsar el botón de encendido de la bomba de agua del autoclave.
9. Continuar llenando hasta los m^3 indicados en el parte de trabajo. Si la bomba se para antes de completar los m^3 del parte de trabajo (posiblemente debido al detector de nivel de autoclave lleno) avisar al supervisor de área.
10. Pulsar el botón de paro de bomba de agua de autoclave.
11. Colocar la tapa del autoclave con la ayuda de un polipasto y fijar la tapa del autoclave con un aprieta-tuercas neumático.
12. Accionar el agitador interno del autoclave durante 15 minutos.
13. Tomar un bote de muestras y etiquetarlo.
14. Utilizar hasta completar el procedimiento guantes de nitrilo y pantalla facial.
15. Rellenar el bote de muestras en el tomamuestras del autoclave. Esta operación debe realizarse siempre con el agitador parado.
16. Comprobar el pH en pHmetro y anotar el resultado en la hoja de registro.

11.3. Instalaciones sanitarias e higiene personal

Se deberían poner a disposición de los trabajadores instalaciones sanitarias adecuadas que les permitan cumplir con normas de higiene personal, compatibles con el control apropiado de las exposiciones y con la necesidad de impedir la diseminación de productos químicos nocivos.

Las instalaciones sanitarias deberían ser de fácil acceso y estar convenientemente ubicadas para impedir toda contaminación.

El tipo de instalaciones sanitarias debería estar en relación con la índole y el grado de exposición posibles.

Cuando las condiciones exijan el uso de ropa de protección o exista el riesgo de contaminación de las prendas de vestir personales por productos químicos peligrosos, se deberían poner a disposición de los trabajadores dependencias adecuadas para guardar sus ropas.

Los vestuarios deberían ser concebidos y estar emplazados de modo tal que se evite el traspaso de los contaminantes desde la ropa de protección hacia las prendas personales y su propagación de una dependencia a otra.

Si fuese necesario instaurar la prohibición de comer o beber en las zonas de trabajo, se deberían reservar para esos fines instalaciones apropiadas fuera de las zonas de contaminación, pero adecuadamente accesibles desde la zona de trabajo.

11.4. Normas básicas en la manipulación de cualquier producto químico

La manipulación de un producto químico, por pequeño que sea el peligro intrínseco asociado al mismo, exige la adopción de unas medidas preventivas con el objetivo de asegurar su inocuidad.

Las medidas que se enumeran a continuación tienen como objetivo limitar tanto las posibilidades de accidente como las vías de entrada de productos químicos en nuestro organismo:

- Se debe evitar la manipulación de productos químicos peligrosos, sustituyéndolos por otros que no lo sean o lo sean menos o, si esto no es posible, mecanizando las operaciones en la medida de lo posible.
- Cualquier trabajador que vaya a manipular productos químicos peligrosos ha debido recibir previamente formación sobre ello.
- Sólo pueden manipularse aquellos productos químicos para los que se ha recibido instrucciones de actuación en caso de accidente relacionado con los mismos.
- No deben manipularse productos químicos peligrosos con bajos niveles de iluminación, que pueden dificultar la interpretación del contenido de la etiqueta o incluso la propia manipulación.
- Cualquier recipiente que contenga un producto químico debe estar correctamente etiquetado, de no ser así debe procederse a su eliminación.

- Nunca debe tratarse de identificar un producto mediante el olfato.
- Solo pueden mezclarse productos químicos si sus instrucciones de manejo así lo indican.
- Los recipientes sólo deben estar abiertos el tiempo estrictamente necesario, realizándose su transporte siempre cerrados.
- Se debe prohibir comer, beber y fumar durante el manejo de productos químicos.
- No deben aplicarse cosméticos durante la manipulación de productos químicos ni tras ella, a menos que se hayan lavado previamente.
- Tras cualquier manipulación de productos químicos debe procederse a la limpieza de manos y cara.
- En caso de salpicadura debe evitarse que la ropa permanezca impregnada de producto químico y debe disponerse de ropa de recambio para cambiarse si una salpicadura la mojase.
- Antes de iniciar operaciones en las que se utilicen mangueras, se deben efectuar una comprobación visual del estado de éstas y sus conexiones. Además, anualmente se comprobará la estanqueidad de las mangueras sometiéndolas a las pruebas establecidas en las normas aplicables o las recomendaciones del fabricante y, como mínimo, a 1,1 veces la presión máxima de servicio.

11.5. Manipulación de productos químicos de alta toxicidad

En la manipulación de productos químicos de alta toxicidad deben extremarse las medidas preventivas relacionadas con la posible penetración de producto químico en el organismo de los trabajadores expuestos.

Dentro de esta categoría, además de los productos altamente tóxicos se pueden incluir aquellos productos cuyos efectos son independientes de la dosis, productos para los que no puede establecerse una dosis de exposición en la que se puede garantizar ausencia de riesgo.

Son productos que presentan estas características:

- Cancerígenos.
- Mutagénicos.
- Tóxicos para la reproducción, incluyendo a los teratogénicos.
- Sensibilizantes.

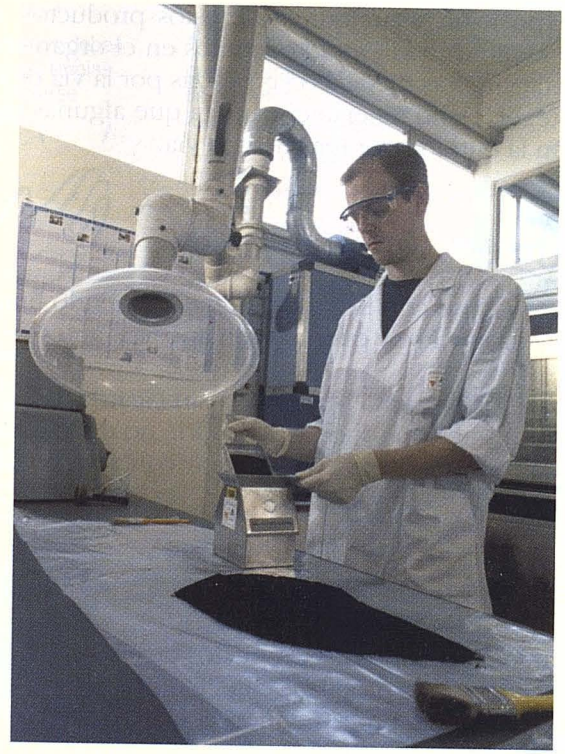


Figura 21. Manipulación de productos químicos de alta toxicidad.

Se debe señalizar en la puerta de entrada a cualquier zona en la que se manipulen productos de estos tipos, la prohibición de entrada a la zona a las personas ajenas a la actividad, consiguiendo de esta forma que el número de personas posiblemente expuestas sea el menor posible y disponiendo así de un control riguroso de los trabajadores posiblemente expuestos.

Debe implantarse un plan de emergencia, independientemente de las cantidades que puedan intervenir, que recoja cómo actuar en caso de accidente e incidente relacionado con estos productos.

La ropa de trabajo, una vez usada, debe guardarse en un lugar distinto de la ropa de calle y en ningún caso los trabajadores deben sacarla del recinto de trabajo, siendo el empresario quien debe encargarse de su limpieza y mantenimiento.

Ante la exposición a cualquiera de estos productos, se tomarán medidas que minimicen la entrada de ellos en el organismo. A continuación se detallan estas medidas clasificadas por la vía de entrada que tratan de proteger. Debe tenerse en cuenta que algunas medidas preventivas evitan la entrada por más de una vía.

Medidas relacionadas con la vía parenteral

No debe trabajarse con heridas abiertas debiendo limpiarse y curarse nada más producirse y cubrirse con apósitos antes de reanudar la actividad.

Si un trabajador presenta una herida sin cicatrizar que por sus dimensiones o localización es imposible cubrir, no debe realizar trabajos que impliquen la posibilidad de entrar en contacto con este tipo de productos.

Medidas relacionadas con la vía digestiva

Deben manipularse todos los productos de este tipo con guantes, si se sospecha la entrada de producto en el interior del guante, este debe retirarse inmediatamente procediéndose a la limpieza tanto de las manos como del guante. Los guantes deben ser utilizados correctamente para ser eficaces, en la Figura 22 se dan indicaciones sobre ello.

Previamente a la salida de una zona contaminada con estos productos deben retirarse los guantes y lavarse manos y cara.

Debe prohibirse y señalizarse la prohibición de comer, mascar, beber y fumar en el área con posible contaminación.

Deben evitarse algunas costumbres como son chupar bolígrafos o lapiceros, comerse las uñas, comer caramelos y mascar chicle.

No deben utilizarse etiquetas similares a los sellos de correos debiendo sustituirse por otras autoadhesivas.

La ropa de trabajo no debe tener pliegues, aberturas y bolsillos en los que pueda acumularse productos químicos en forma de polvo.

Bajo ninguna circunstancia se almacenarán bebidas o alimentos en zonas con posible contaminación incluyendo los refrigeradores de laboratorio valorándose en cada caso la necesidad o no de señalizar esta prohibición.



Figura 22. Instrucciones para uso de guantes. Cortesía MAPA professionnel.

Medidas relacionadas con la vía dérmica

La manipulación con las manos debe evitarse y en la medida de lo posible se utilizarán para ese fin útiles tales como espátulas, cazos, etc.

Cualquier mancha o derrame de producto sobre un trabajador debe lavarse de inmediato, incluso aún cuando el contaminante no tenga

una capacidad de entrada significativa por vía dérmica, se evitará de esta forma posteriores entradas por vía digestiva.

Si durante la realización del trabajo se produce un derrame de producto químico sobre la ropa de trabajo o manchas del mismo apreciables, debe procederse de forma inmediata al cambio de la ropa de trabajo, limpiándose también la zona afectada. Para que esto pueda realizarse, debe disponerse siempre de un juego de ropa de recambio para poder cambiarse y de instalaciones en las que poder lavarse.

Si la realización del trabajo hace habitual las salpicaduras, y esto no puede evitarse, deberá utilizarse un equipo de protección individual impermeable a las salpicaduras que cubra la zona afectada.

En ningún caso deben guardarse en los bolsillos trapos impregnados de productos químicos, ya que estos pueden llegar a empapar a su vez la ropa de trabajo y a través de ella, manteniendo la piel en contacto repetido con la zona de trabajo húmeda, facilitar la penetración cutánea de producto químico.

Medidas relacionadas con la vía inhalatoria

La manipulación de productos químicos se realizará preferentemente en procesos cerrados, por ejemplo en cabinas de guantes, si ello no es posible se realizará con sistemas de control de contaminantes por extracción localizada.

La ventilación general sirve de ayuda al control de contaminantes no debiendo plantearse como único sistema de control debido a sus limitaciones.

Deben limpiarse periódicamente las paredes y superficies de trabajo contaminadas.

11.6. Manipulación de productos químicos inflamables

Las medidas preventivas a adoptar con estos productos químicos siempre estarán encaminadas a evitar un incendio, para ello se puede actuar sobre:

- La fuente de ignición.
- La formación de atmósfera inflamable.

La preocupación primordial al diseñar y al montar instalaciones y equipos en que se utilicen productos químicos inflamables debe ser la

eliminación de atmósferas inflamables. No obstante, se debería realizar una evaluación de las probabilidades de que tales atmósferas se generen durante cualquiera de las fases de utilización de los productos químicos, para proceder luego a eliminar o reducir al mínimo las eventuales fuentes de ignición.

Actuaciones sobre la fuente de ignición

La eliminación de posibles fuentes de ignición se producirá adoptando las siguientes medidas:

- Si la formación de atmósfera inflamable es posible, la instalación y equipos eléctricos serán aptos para locales con riesgo de incendio y explosión, tal y como se indica en el capítulo destinado a riesgo eléctrico en baja tensión.
- Debe señalizarse la prohibición de llama.
- Debe establecerse la obligatoriedad de petición de permisos de trabajo para cualquier actividad no cotidiana, valorándose si esta puede realizarse o no en función de si genera fuentes de ignición, llama desnuda, chispa, superficies calientes ...
- No manipular productos químicos inflamables en locales e instalaciones que se encuentren fuera de los límites del establecimiento o en la proximidad de los citados límites fuera de los cuales las instalaciones escapan al control del empresario.
- Al abrirse un contenedor de un producto que pueda formar peróxidos, debe asignársele una fecha de caducidad y marcarse en la etiqueta del mismo. El objetivo de esta práctica es desechar el producto en un plazo de tiempo inferior al necesario para la formación de peróxidos (Figura 23).
- No debe abrirse un recipiente si se sospecha que se hayan podido formar peróxidos. El acto de abrir el contenedor podría ser suficiente para causar una explosión severa. Antes de abrir un contenedor de líquidos que pueden formar peróxidos, se debe inspeccionar visualmente que no haya cristales o viscosidad anormal. También se debe prestar atención especial al área alrededor de la tapa. Normalmente, los peróxidos se forman cuando hay evaporación, así que es muy probable que se formen en la rosca de la tapa.
- Nunca se almacenarán productos químicos que puedan formar peróxidos en contenedores de vidrio con tapas de rosca, o ta-

pones de vidrio, debe evitarse la fricción. Tampoco se deben almacenar en botellas de vidrio donde podrían estar expuestos a la luz.

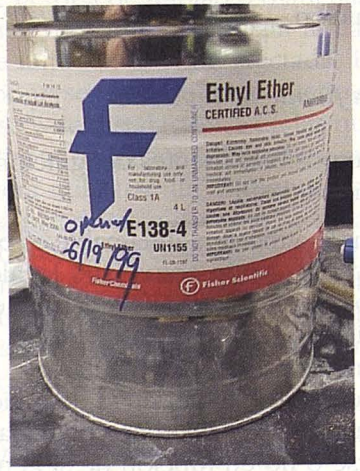


Figura 23. Contenedor con peróxidos.

La electricidad estática también puede ser una fuente de ignición, por ello deben tomarse medidas destinadas a evitar la generación de cargas estáticas tales como:

- Tener en cuenta las características del producto y el tipo de operación a realizar, para la manipulación del mismo, el personal dispondrá de ropa apropiada, que en ningún caso pueda generar cargas estáticas.
- Evitar verter los productos químicos en caída libre al llenar recipientes a partir de tuberías de conducción o al trasvasarlos.
- Reducir la velocidad de bombeo durante las operaciones de descarga.
- Utilizar aditivos eléctricos antiestáticos.
- En las operaciones con productos inflamables en las que se pueda generar electricidad estática, tales como transvase o agitación de los mismos (Figura 24), los recipientes se conectarán equipotencialmente entre ellos y a su vez con las partes metálicas del equipo de bombeo. Todo el conjunto se conectará a tierra.



Figura 24. Conexión a tierra de recipiente.

Actuaciones dirigidas a evitar la formación de atmósferas inflamables

La manipulación de productos químicos se realizará preferentemente en procesos cerrados, si ello no es posible se realizará con sistemas de control de contaminantes por extracción localizada.

La ventilación general puede servir para el control de la formación de atmósferas explosivas. Si es posible no debería plantearse como único sistema de control debido a sus limitaciones.

Se tomarán las medidas necesarias para evitar escapes de líquidos inflamables hacia los sótanos, sumideros, o desagües.

No se manipularán líquidos inflamables en los locales situados sobre o al lado de sótanos o fosos, a menos que tales áreas estén provistas de ventilación adecuada para evitar la acumulación de vapores y gases.

Se utilizarán envases específicos para productos inflamables.

Se mantendrán siempre los recipientes de inflamables cerrados, utilizándose sistemas que minimicen la apertura como por ejemplo recipientes humectadores para empapar sin riesgos trapos, papeles, etc., cuyo sistema de bombeo permite al líquido ascender al plato de inmersión, actuando a la vez como apagallamas (Figura 25).

En ninguna circunstancia se calentará un recipiente, o una parte del mismo, que contenga, o haya contenido, un producto volátil.



Figura 25. Recipiente con dosificador.

Cuando pueda quedar líquido confinado entre equipos o secciones de tuberías o mangueras y haya la posibilidad de que este líquido se dilate o vaporice, deberá instalarse un sistema que impida alcanzar presiones superiores a las de diseño del equipo o tubería.

Debe recogerse cualquier salpicadura o derrame que pueda producirse por pequeño que sea. Si puede producirse goteo, por ejemplo en bidones expendedores, puede controlarse con recipientes especiales destinados a este fin, dotados de apagallamas (Figura 26).



Figura 26. Recipiente con apagallamas.

11.7. Manipulación de productos químicos corrosivos

En la manipulación de productos químicos corrosivos las medidas de seguridad tienen como objetivo evitar el contacto directo con estos productos. Para conseguirlo se deben adoptar las siguientes medidas:

- Cuando se manipulen este tipo de productos es imprescindible el uso de equipos de protección individual destinados a proteger los ojos del trabajador de una salpicadura, gafas de montura integral o preferiblemente pantalla facial que también protege el resto de la cara.
- En cuanto al uso de equipos de protección individual para la protección del resto del cuerpo, debe ir en función de la cantidad de producto manejada y por tanto de la zona posiblemente salpicada, entre estos EPI's se encuentran: guantes, delantal, ropa de protección, etc. Estos equipos deben elegirse pensando en el producto químico concreto del que deben proteger, para que presenten una buena protección frente al mismo. En el punto siguiente se recoge una tabla de resistencias de los materiales mas habitualmente utilizados, frente a productos químicos.
- Ante una salpicadura o la mínima sensación de humedad en el interior de los materiales de protección, guantes, ropa, etc., debe procederse con rapidez a la limpieza del propio trabajador y de los materiales de protección.

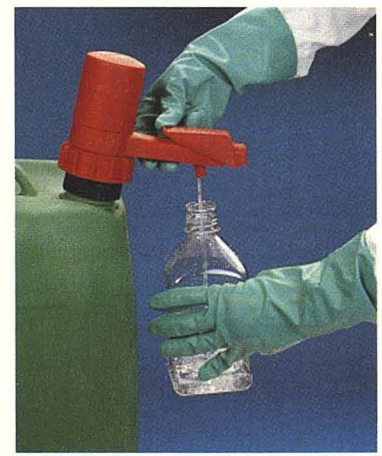


Figura 27. Trasvasa líquido corrosivo.

- Debe disponerse de fuentes lavaojos y duchas de seguridad, solamente bastaría con una fuente lavaojos si se manejan cantidades muy pequeñas de producto.
- Si evitará el uso de recipientes de vidrio. De no poder evitarse se limitará su tamaño a un máximo de dos litros y se transportará en cestos (Figura 28), o cubos de asas (Figura 29).



Figura 28. Cesta de transporte.

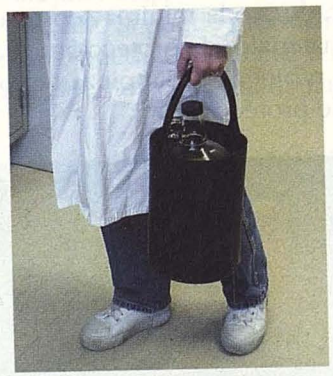


Figura 29. Cubo de transporte.

- Los envases que contengan corrosivos deben colocarse por debajo del nivel de los ojos, de esta forma si el recipiente se quiebra, el riesgo de que el contenido cayese sobre la cara sería mínimo.
- Los envases de vidrio no deben permanecer en el suelo donde más fácilmente pueden ser golpeados y rotos.

- Los trasvases de productos deben realizarse mediante medios mecánicos (Figura 27).
- No deben removerse los productos corrosivos con objetos metálicos ya que pueden provocar proyecciones.
- Aquellos puntos del sistema de tuberías en los que exista la posibilidad de proyección de líquidos (por ejemplo, bridas) y se encuentren próximos a los puntos de operación en donde las personas puedan verse expuestas, o a vías de circulación, deberán protegerse mediante apantallamientos u otros sistemas.
- Las diluciones de corrosivos se realizarán siempre vertiendo el producto lentamente sobre agua y no al revés.
- Se debe limpiar inmediatamente cualquier salpicadura, incluyendo el goteo en las paredes de las botellas.

El almacenamiento prolongado de productos inestables entraña la posibilidad de su descomposición que, en ciertas circunstancias, como choque, calentamiento o desplazamiento simple, puede generar una explosión. Los amiduros alcalinos y ciertas sales de diazonio se pueden incluir dentro de este grupo de productos. El cloruro de aluminio, por otra parte, acumula el ácido formado por descomposición a causa de la humedad absorbida a lo largo del tiempo. Cuando se abre el recipiente, puede ocurrir la rotura del mismo y la proyección de su contenido.

La apertura de un recipiente que ha permanecido largo tiempo cerrado sin usarse es una operación que debe realizarse con precauciones, especialmente, la apertura de frascos esmerilados cuyo tapón haya que dado trabado. Los productos líquidos inestables en pequeñas cantidades es recomendable guardarlos en ampollas selladas.

11.8. Tabla de resistencia de guantes frente a productos químicos

Esta tabla sólo da indicaciones e información generales, lo que puede hacer necesario indagar más sobre la resistencia de un material específico en relación a un producto químico concreto. Conviene tener en cuenta el hecho de que la resistencia de un guante está influenciada por factores como la naturaleza exacta del producto químico, su temperatura, su concentración, el espesor del guante, el tiempo de inmersión, etc.

Para las calificaciones que se recogen en la siguiente tabla se han tenido en cuenta dos características que los materiales presentan frente a los productos químicos, la degradación y la permeación.

Producto químico	Látex natural	Neopreno	Nitrilo	Fluoroelas-tómero	PVC
Aceite de cacahuete	–	++	++	++	=
Aceite de corte	–	++	++	++	++
Aceite de lino	–	++	++	++	=
Aceite de manteca de cerdo	–	++	++	++	=
Aceite de nabina	–	=	++	++	–
Aceite de oliva	–	++	++	++	=
Aceite de pino	–	=	++	++	=
Aceite de ricino	–	++	++	++	=
Aceite de soja	–	++	++	++	=
Aceites de engrase	–	=	++	++	=
Aceites de freno (lookheed)	=	++	++	++	+
Aceites de parafina	–	=	++	++	=
Aceites diesel	–	=	++	++	=
Aceites hidráulicos (petróleo)	–	=	++	++	=
Aceites para turbinas	–	=	++	++	=
Acetaldehído (aldehído acético)	+	+	–	–	–
Acetato de amonio	++	++	++	++	++
Acetato de butilo	–	+	+	=	–
Acetato de etilo	–	+	=	=	–
Acetato de vinilo	–	=	=	=	–
Acetona	=	=	–	–	–
Ácido acético a 50%	++	++	=	–	++
Ácido acético glacial	+	++	=	=	=
Ácido cítrico	++	++	++	++	++
Ácido clorhídrico a 30% y a 5%	++	++	++	++	++
Ácido crómico	–	=	+	+	+
Ácido fluorhídrico a 30%	+	++	+	+	++
Ácido fórmico a 90%	+	++	=	=	++

Producto químico	Látex natural	Neopreno	Nitrilo	Fluoroelas-tómero	PVC
Ácido fosfórico a 75%	++	++	++	++	++
Ácido láctico a 85%	+	++	+	+	++
Ácido nítrico a 20%	++	++	+	+	++
Ácido oleico	+	++	++	++	+
Ácido oxálico	++	++	++	++	++
Ácido sulfúrico concentrado	+	=	+	–	+
Ácido sulfúrico diluido (batería)	++	++	++	++	++
Agua oxigenada	=	++	++	++	++
Agua regia	–	+	=	=	=
Alcohol amílico	=	+	+	+	=
Alcohol bencílico	=	+	=	++	+
Alcohol butílico (n-butanol)	+	++	++	++	++
Amoniaco concentrado	++	++	+	+	++
Anilina	=	++	–	+	=
Asfalto	–	=	++	++	=
Bebidas alcohólicas	++	++	++	++	++
Bebidas sin alcohol	++	++	++	++	++
Benceno	–	–	=	++	–
Benzaldehído (aldehído benzoico)	–	=	=	+	–
Bicarbonato de potasio	++	++	++	++	++
Bicarbonato de sodio	++	++	++	++	++
Bicromato de potasio	=	++	++	++	++
Bisulfito de sodio	++	++	++	++	++
Bórax	++	++	++	++	++
Bromuros	=	++	++	++	=
Butoxietanol	+	++	++	++	=
Cal apagada	++	++	++	++	++
Cal viva	++	++	++	++	++

Producto químico	Látex natural	Neopreno	Nitrilo	Fluoroelas-tómero	PVC
Carbonato de amonio	++	++	++	++	++
Carbonato de potasio	++	++	++	++	++
Carbonato de sodio	++	++	++	++	++
Cianuro de potasio	++	++	++	++	++
Ciclohexano	–	++	++	++	=
Ciclohexanol	++	++	++	++	++
Ciclohexanona	+	=	–	–	–
Cloro	=	++	++	++	=
Cloroacetona	++	++	–	–	–
Cloroformo	–	–	=	+	–
Cloruro de amonio	++	++	++	++	++
Cloruro de calcio	++	++	++	++	++
Cloruro de metileno	–	=	=	+	–
Cloruro de potasio	++	++	++	++	++
Cloruro de sodio	++	++	++	++	++
Creosota	=	++	++	++	+
Cresol	+	++	++	++	+
Decolorantes de peluquería	++	++	++	++	++
Detergentes domésticos	++	++	+	+	++
Diacetona alcohol	++	++	+	=	–
Dibutiléter	–	=	+	+	=
Dibutilftalato	=	++	++	++	–
Dicloroetano	–	=	=	++	–
Dietanolamina	++	++	++	++	++
Dioctilftalato	=	++	++	++	–
Esencia de trementina	–	=	++	++	=
Estireno	–	=	=	++	–
Etanol (Alcohol etílico)	+	++	++	++	++

Producto químico	Látex natural	Neopreno	Nitrilo	Fluoroelas-tómero	PVC
Éter de petróleo	–	=	++	++	–
Etilamina	–	+	–	–	–
Etilanilina	=	++	++	++	=
Etilenglicol	++	++	++	++	++
2-Etoxietanol	=	++	++	++	+
2-Etoxietilacetato	–	++	=	=	–
Fenol	=	+	+	+	+
Fertilizantes	++	++	++	++	++
Fijadores	++	++	++	++	++
Fluidos hidráulicos (ésteres)	++	++	++	++	=
Fluoruros	=	++	++	++	=
Formaldehído (Aldehído fórmico) a 30%	++	++	++	++	++
Fosfatos de calcio	++	++	++	++	++
Fosfatos de potasio	++	++	++	++	++
Fuel	–	=	++	++	+
Furol (furfurol o furaldehído)	+	++	–	++	–
Gasóleo	–	+	++	++	+
Gasolina	–	+	++	++	=
Glicoles	++	++	++	++	++
Grasas animales	=	++	++	++	+
Grasas minerales	–	=	++	++	=
Herbicidas	+	++	++	++	+
Hexano	–	+	++	++	=
Hidróxido de calcio	++	++	++	++	++
Hipoclorito de calcio	++	++	++	++	++
Hipoclorito de sodio	++	++	++	++	++
Isobutanol (Alcohol isobutílico)	+	++	++	++	++
Isobutilcetona	++	+	–	–	–

Producto químico	Látex natural	Neopreno	Nitrilo	Fluoroelas-tómero	PVC
Keroseno	–	+	++	++	+
Leche y productos lácteos	=	++	++	++	–
Lejía	+	++	++	++	+
Lejías en polvo	++	++	++	++	++
Magnesio	++	++	++	++	++
Mantequilla	–	++	++	++	=
Metanol (Alcohol metílico)	=	+	++	++	+
Metilamina	+	++	++	++	++
Metilanilina	=	=	++	++	++
Metiletilcetona	+	=	–	–	–
Metilisobutilcetona	+	=	–	–	–
2-Metoxietanol	=	++	++	++	+
Monoclorobenceno	–	=	=	++	–
Monoetanolamina	++	++	++	++	++
Nafta	–	+	++	++	+
Naftaleno	–	=	+	++	–
Nitrato de calcio	++	++	++	++	++
Nitrato de potasio	++	++	++	++	++
Nitrato de sodio	++	++	++	++	++
Nitrobenceno	–	=	–	++	–
Nitropropano	=	=	–	–	–
Octanol (Alcohol)	++	++	++	++	++
Percloroetileno	–	=	++	++	=
Perfumes y esencias	++	++	++	++	++
Permanganato de potasio	++	++	++	++	++
Pintura al agua	++	++	++	++	++
Pintura gliceroftálica	–	=	++	++	=
Potasio concentrado	++	++	+	++	++

Producto químico	Látex natural	Neopreno	Nitrilo	Fluoroelas-tómero	PVC
Productos petrolíferos	–	=	+	++	=
Remolachas	++	++	++	++	++
Resinas poliéster	–	=	+	+	=
Silicatos	++	++	++	++	++
Sosa concentrada	++	++	+	++	++
Sulfato de cinc	++	++	++	++	++
Sulfato de potasio	++	++	++	++	++
Sulfato de sodio	++	++	++	++	++
Sulfitos; bisulfitos; hiposulfitos	++	++	++	++	++
Tetracloruro de carbono	–	=	+	++	=
THF (Tetrahidrofurano)	=	=	–	–	–
Tinturas (cabellos)	++	++	++	++	++
Tolueno	–	=	+	++	=
Tributilfosfato	–	=	–	–	–
Tricloroetileno	–	=	=	++	–
Trietanolamina a 85%	++	++	++	++	++
Trinitrobenceno	–	=	+	++	=
Trinitrotolueno	–	=	+	++	=
Vinagre y condimentos	++	++	++	++	+
Xileno	–	=	+	++	=
Xilofeno	–	=	+	++	=

++ Excelente	El guante puede utilizarse en contacto prolongado con el producto químico.
+ Bueno	El guante puede utilizarse en contacto intermitente con el producto químico.
= Medio	El guante puede utilizarse contra salpicaduras del producto químico.
– No recomendado	No se recomienda utilizar este guante.

12. ALMACENAMIENTO DE PRODUCTOS QUMÍCOS PELIGROSOS

El almacén de productos químicos es una instalación que posee unos riesgos que aumentan en proporción directa al aumento de las cantidades almacenadas.

En muchos países el almacenamiento de productos químicos es una actividad regulada legalmente, habitualmente estas legislaciones detallan unas cantidades umbral por encima de las cuales son aplicables, por debajo de estas cantidades no establecen condiciones específicas que deban cumplirse.

Es de sobra conocido que algunos productos químicos, además de comportar riesgos por sí mismos, son capaces de dar lugar a reacciones peligrosas en contacto con otros. En un almacén de productos químicos pueden presentarse situaciones graves, incluso interviniendo cantidades relativamente pequeñas, en caso de contacto accidental de productos por derrames, fugas o roturas de envases.

No es habitual que en un pequeño almacén de productos químicos se sigan criterios claros de almacenaje según incompatibilidades. Los criterios imperantes suelen ser los de consumo y disponibilidad de los productos. También podemos encontrarnos con que en algunos almacenes sobre todo si hay gran variedad de productos, se ordenan alfabéticamente o por fecha de compra (Figura 30).

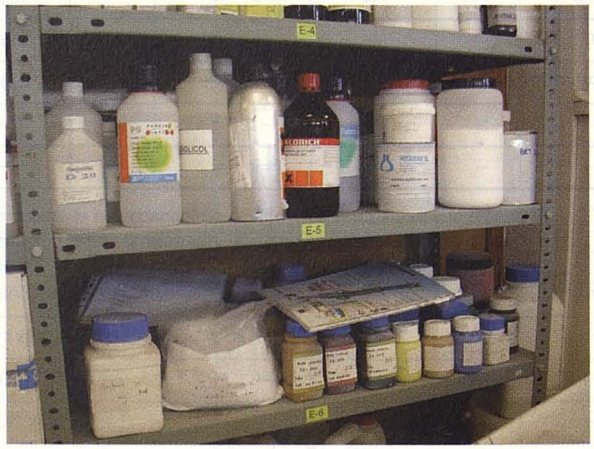


Figura 30. Almacén de productos químicos.

En este apartado se pretende dar a conocer una serie de pautas para organizar y mantener un pequeño almacén en condiciones de seguridad entre las que destaca la separación física de grupos de productos peligrosos en función de sus posibles incompatibilidades.

En los lugares de trabajo el riesgo de accidente siempre es mayor que en los de almacén, en los que preferiblemente no se debe realizar ninguna actividad distinta al almacenaje. Separando la zona de trabajo de la de almacén minimizamos los efectos de un posible accidente en la zona de trabajo, al propiciar de esta forma que las cantidades de productos químicos involucradas en un accidente sean menores.

En los almacenes deben minimizarse, en la medida de lo posible, las cantidades almacenadas, para ello:

- Se asignarán fechas de caducidad a todos los productos en el momento de la recepción, la asignación de fecha de seguridad no debiera contemplar plazos superiores al año (Figura 31).
- Se desecharán los productos químicos en desuso y los caducados.
- Se incrementará al máximo posible la periodicidad de las retiradas de residuos y entregas de materias primas.
- Deben estudiarse los consumos para ajustar las cantidades almacenadas a las verdaderamente empleadas, puede ser especialmente útil el uso de un registro de consumos.
- Si se necesita mantener en almacén un recipiente de un producto para asegurar que la producción no sea interrumpida, almacenaremos el recipiente más pequeño compatible con la continuidad de la actividad.

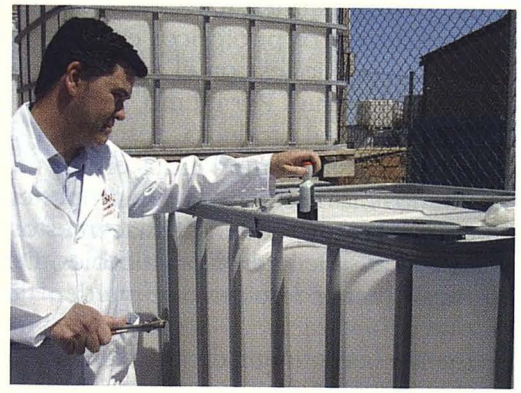


Figura 31. M.O.L. marcando fecha.

Debe realizarse una inspección periódica de cada lugar en el que se almacenan productos químicos, en plazos de tiempo regulares, por ejemplo cada seis meses, con los objetivos de comprobar la ausencia de deterioro de las instalaciones y la detección de anomalías.

12.1. Estrategias de almacenaje

Establecer unos criterios correctos de separación física de los grupos de productos peligrosos no es fácil, básicamente porque en muchas ocasiones se dispone de poca información sobre sus incompatibilidades. Esto produce una falta de consenso sobre cuantas clases de grupos de productos químicos deben separarse para evitar situaciones de riesgo.

Generalmente se considera que existen diez grupos de productos incompatibles. Estos son: inflamables, oxidantes, reductores, ácidos fuertes concentrados, bases fuertes concentradas, productos reactivos con el agua, tóxicos, peroxidables, pirofóricos y gases comprimidos o licuados en cilindros.

Las incompatibilidades en los cinco primeros grupos dan lugar a reacciones fuertemente exotérmicas, liberándose cantidades importantes de calor en forma violenta, incluso explosiva. Los productos incompatibles con el agua, además de generar reacciones violentas o de liberar productos altamente tóxicos, dificultan las tareas de extinción en caso de incendio. Los tóxicos requieren zonas de almacenaje ventiladas, en especial los de alta volatilidad. Los peroxidables son productos que pueden formar peróxidos inestables, debiéndose almacenar en ambientes frescos y oscuros. Los pirofóricos entran en combustión en contacto con el aire y en ocasiones con el agua: son necesarias medidas especiales de confinamiento. Por último, los gases plantean, además de los riesgos inherentes al producto, riesgos por la elevada energía cinética que poseen al estar comprimidos en sus recipientes.

Existen otros criterios más restrictivos que proponen en torno a 50 grupos. Es evidente que en un pequeño almacén estos niveles de segregación pueden resultar difícilmente practicables. De todas formas, basándose en el criterio menos restrictivo se pueden alcanzar cotas de seguridad importantes.

Desafortunadamente la estrategia de almacenamiento se complica debido al hecho de que es fácil encontrarse productos químicos que se pueden clasificar en dos o más grupos simultáneamente. Así, por ejemplo, el fluoruro de hidrógeno es un gas tóxico que en contacto con la humedad se hace corrosivo. Los ácidos nítrico y perclórico son ácidos muy fuertes a la vez de ser también fuertes oxidantes. El cloruro de acetilo es inflamable, tóxico y reacciona violentamente con el agua.

Se hace necesario el establecimiento de un criterio adicional al de incompatibilidad de los productos almacenados.



Figura 32. Bidones sobre bandeja/cubeto.

Del total de accidentes que se dan en un almacén de productos químicos, los incendios son los más frecuentes, produciendo pérdidas materiales de considerable importancia, así como desgracias personales. Este es, sin duda, el criterio prioritario a la hora de planear estrategias de separación física entre grupos.

A su vez el agua es el agente extintor más utilizado y efectivo contra la mayoría de incendios, por su eficacia, abundancia y fácil localización. Para productos químicos también se puede utilizar aunque con limitaciones. Estas vienen impuestas por:

- La presencia de productos que en contacto con el agua liberan productos inflamables, tóxicos o corrosivos.
- La presencia de productos químicos insolubles y de menor densidad que el agua fría.

El almacenamiento de gases comprimidos o licuados en cilindros se realizará en almacén distinto al de productos químicos peligrosos. Los requerimientos de este tipo de instalaciones son mucho más exigentes que los de un pequeño almacén de productos químicos peligrosos y vienen definidos por una legislación específica sobre ello.

Por lo tanto, la separación física entre productos se hará atendiendo primero a la inflamabilidad y a su incompatibilidad con el agua, y después a la incompatibilidad entre los distintos productos almacenados.

Las separaciones entre grupos de productos podrían establecerse diferenciando las siguientes zonas:

ZONA 1: Inflamables compatibles con el agua.
ZONA 2: Inflamables incompatibles con el agua.
ZONA 3: No inflamables (combustibles y no combustibles) compatibles con el agua.
ZONA 4: No inflamables (combustibles y no combustibles) incompatibles con el agua.
ZONA 5: Productos inestables a temperaturas superiores a las ambientales.
ZONA 6: Productos inestables o muy volátiles a temperatura ambiente, que necesitan un ambiente refrigerado.
ZONA 7: Pirofóricos.

Estas siete zonas de segregación de grupos pueden requerir divisiones adicionales o subzonas. Una propuesta se muestra en el siguiente esquema:

Zona	Grupo	Subzona	Subgrupo
1	Inflamables Compatibles con agua	1A	Tóxicos
		1B	Peroxidables
2	Inflamables Incompatibles con agua	2A	Tóxicos
		2B	Corrosivos
3	No inflamables Compatibles con agua	3A	Tóxicos
		3B	Oxidantes
		3C	Venenos
4	No inflamables Incompatibles con agua	4A	Tóxicos
		4B	Corrosivos
5	Inestables T > T amb		
6	Inestables a T amb Muy volátiles		
7	Pirofóricos		

Evidentemente las características constructivas del almacén influirán decisivamente en tal ordenación de los productos. No obstante es recomendable ajustarse lo máximo posible a la estrategia descrita.

Es conveniente la instalación de rociadores (sprinklers) tanto en la zona 1 como en la 3, para el control o la extinción automática de incendios sin riesgos para el personal. Si es posible, conviene que haya una separación física entre zonas, con elementos constructivos de resistencia al fuego adecuada. Sobre esta cuestión pueden obtenerse criterios normativos de resistencia al fuego de la legislación aplicable al almacenamiento industrial de productos químicos.

La consideración de inflamabilidad de un producto químico varía según las diferentes clasificaciones existentes en las legislaciones nacionales, aunque se podría generalizar otorgando el carácter de inflamable a los productos cuya temperatura de inflamación sea inferior a 55 °C. Por encima de esta temperatura pueden considerarse combustibles.

Las subzonas 1A, 2A, 3A y 4A deberían estar separadas físicamente de sus respectivas zonas, bien sea en otra dependencia, armario, etc., con resistencia al fuego adecuada y ventilación al exterior. Esta instalación separada puede ser relativamente modesta si en su interior no se realizan trasvases y los envases permanecen siempre cerrados.

Las subzonas 1B y 2B almacenan productos que tienen facilidad para formar peróxidos inestables. Es necesario mantenerlos en ambientes frescos y oscuros.

Si las cantidades de productos tóxicos y peroxidables fueran muy pequeñas se podrían almacenar, por ejemplo, en un armario, donde se adaptaría la parte baja, oscura y sin ventilación, para peroxidables, y la parte alta, con ventilación, para tóxicos.

Los productos oxidantes localizados en la subzona 3B pueden ocasionar incompatibilidades entre ellos. En general, los sólidos no presentan especiales problemas puesto que no fluyen espontáneamente, por lo que la mezcla accidental se hace improbable. No es así cuando coexisten sólidos y líquidos o líquidos juntos. En este caso las roturas o derrames pueden favorecer las mezclas.

Si las cantidades de productos oxidantes fueran muy pequeñas se podrían almacenar, por ejemplo, en un armario, resistente a estos productos. En cualquier caso deben disponer de cubetas de plástico para recoger posibles derrames dentro del armario y deben mantenerse separados los ácidos de las bases (Figura 33).



Figura 33. Almacenamiento en cubetas.

Al definir la subzona 3C se pretende impedir el libre acceso a los productos altamente tóxicos, cancerígenos, mutagénicos, tóxicos para la reproducción y alergizantes. Para ello se recomienda almacenar bajo llave y con control por parte de un responsable.

La subzona 4B se destina al almacenaje de productos corrosivos fumantes y oxidantes, los cuales contienen normalmente halógenos en su composición, que reaccionan con la humedad para producir humos tóxicos y corrosivos. Los recipientes deben ser especiales y la humedad controlada.

En la zona 5 la medida prioritaria es el alejamiento de fuentes de calor.

La zona 6 requerirá un refrigerador (Figura 34) o una estancia refrigerada, con dos características esenciales: interior libre de posibles



Figura 34. Refrigerador para productos químicos.

focos de ignición, tales como chispas, arcos eléctricos, etc., y disposición de sistemas alternativos de suministro energético para el caso de fallo de la fuente principal energética, con el consiguiente riesgo de calentamiento. En ningún caso pueden sustituirse los refrigeradores específicos para el almacenamiento de productos químicos por refrigeradores domésticos ya que no pueden cumplir los requerimientos descritos anteriormente.

Los productos pirofóricos (zona 7) precisan de recipientes especiales y de atmósferas inertes y secas.

12.2. Características de los almacenamientos

Las características de un almacén serán determinadas por las cantidades y variedad de productos almacenados pero una serie de consideraciones debe tenerse en cuenta en cualquier pequeño almacén.

Los productos se almacenarán a ser posible, en envases y embalajes originales, en estanterías metálicas, ubicando en cada una de ellas y por separado, las sustancias inflamables, las corrosivas, las venenosas y las oxidantes.

Cada grupo se almacenará sobre un cubeto (Figura 32), o una bandeja (Figura 33) en función de la cantidad almacenada, capaz de contener un derrame en caso de producirse.

Para reforzar esta separación, pueden intercalarse productos no peligrosos entre cada uno de los sectores de peligrosidad existentes.

La colocación en las estanterías se efectuará de modo que cada peligrosidad de las consideradas «compatibles», ocupe una estantería en toda su carga vertical. Se pretende con ello que la posible caída y rotura de un envase, sólo afecte a otros productos de igual peligrosidad, o cuando menos, no a los incompatibles. Véase el apartado 4 sobre reactividad de productos químicos.

A este respecto y a título de ejemplo, es interesante recordar el riesgo de incendio que suelen entrañar las sustancias oxidantes al mezclarse fortuitamente con muy diversos productos, combustibles o no.

La altura máxima de almacenado de los productos inflamables, dejará libre como mínimo 1 m entre la parte superior de la carga y el techo del local.

Deben utilizarse armarios de seguridad (Figura 35), para los productos que entrañan mayor riesgo, inflamables, corrosivos y tóxicos. Los armarios deben llevar un letrero bien visible en el que se indique el



Figura 35. Armarios de productos químicos.

tipo de productos químicos que contiene. Los armarios de seguridad deben tener una resistencia al fuego como mínimo de RF.15. Los armarios destinados a contener corrosivos además deben ser resistentes al ataque de los mismos y los que almacenen tóxicos volátiles estarán dotados de ventilación que impida la formación de atmósferas tóxicas en su interior, que los convierta en focos contaminantes.

De la misma manera se recomienda el uso de recipientes de seguridad para los disolventes muy inflamables. Tanto en este caso como en los que los productos se hallan sobre las propias mesas de trabajo, es absolutamente necesario separar al máximo posible los productos previsiblemente incompatibles entre sí. En este sentido, véase las indicaciones respecto a incompatibilidades químicas.

Si debido a la cantidad almacenada es necesario generar apilamientos de envases de productos químicos, la altura máxima vendrá determinada por la resistencia del propio envase, que podrá ser suministrado por el fabricante o proveedor, y deberá ser tal, que los envases sean capaces de soportar el peso al que se vean sometidos y, además, que en el caso de caída de un envase de los que forman la pila éste no sufra daños.

13. EMERGENCIAS

Prever las posibles situaciones de emergencia en los centros de trabajo, para poder actuar con celeridad, sin improvisación y con personal entrenado y equipado con los medios necesarios, permite minimizar las consecuencias de los accidentes. Esto es vital en los accidentes relacionados con el riesgo químico como es el caso de incendios, explosiones y fugas o derrames de sustancias peligrosas.

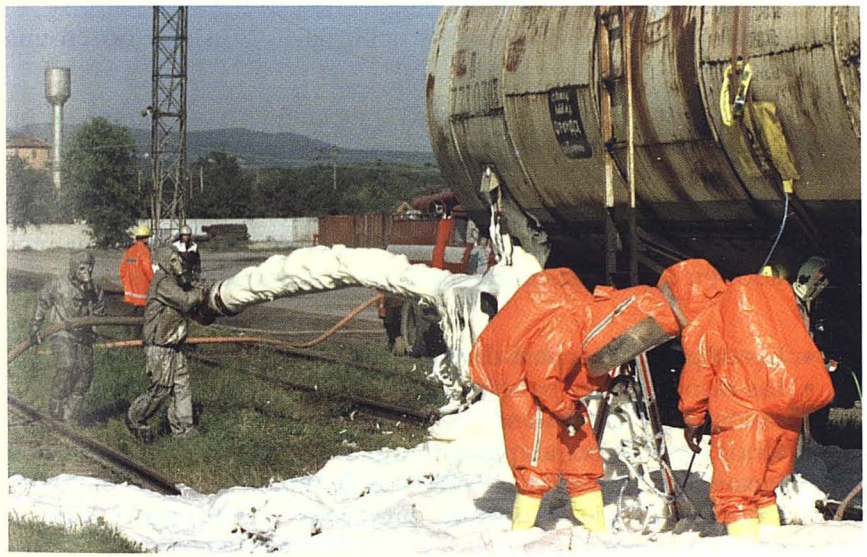


Figura 36. Emergencia química.

La elaboración de planes de emergencia, resultantes de un profundo análisis previo de los riesgos, forma parte de la gestión empresarial del riesgo químico y representa la puesta a punto de unos medios de actuación y de una organización que no sólo controlen con rapidez las emergencias sino que, además, minimicen el número de éstas.

Todo plan de emergencia ante el riesgo químico debe contemplar dos tipos de actuaciones, unas encaminadas a controlar la situación de emergencia con el mínimo tiempo de intervención, para que los daños a personas y bienes sean mínimos y otras para asegurar, cuando sea necesario, una correcta y rápida evacuación de las áreas afectadas. Además, debe garantizar la integridad del personal participante en las tareas de emergencia, anteponiendo su seguridad a cualquier otra consideración.

Los planes de emergencia deben estar establecidos por escrito y divulgados a todas las personas que pueden verse afectadas por los mis-

mos. Todos los trabajadores que puedan ser afectados por una emergencia deben ser informados, al menos, sobre:

- Precauciones a adoptar para evitar causas origen de emergencia.
- Forma en que deben informar cuando detecten una emergencia.
- Forma en que se les trasmitirá la alarma.
- Información sobre lo que se debe hacer y lo que no en una emergencia.

Las personas ajenas a la empresa, que pueden encontrase en un momento dado en el interior de la misma, deben tenerse en cuenta en el momento de diseñar un plan de emergencia.

Se debe impartir a los trabajadores integrantes de las brigadas de emergencia, formación adecuada con respecto a los procedimientos contenidos en el plan de emergencia. Estos procedimientos deben indicar:

- Las disposiciones para dar la alarma.
- Las disposiciones para requerir los servicios de urgencia necesarios, disponibles ya sea en las propias instalaciones o en el exterior de ellas, como, por ejemplo, los servicios de extinción de incendios, o los servicios médicos de urgencia.
- La utilización de equipos de protección personal adecuados y sus restricciones.
- Las disposiciones para realizar la evacuación, sea total o parcial, del establecimiento de trabajo además de la localización de salidas de emergencia y los itinerarios de escape.
- Las medidas destinadas a reducir al mínimo los efectos de un incidente, como, por ejemplo: confinar un incendio; contener fugas y derrames; cierre de válvulas; paradas de emergencia de instalaciones; el traslado, en caso de incendio, de recipientes portátiles que contienen gases; etc.
- Aquellas medidas cuya aplicación este explícitamente prohibida en los casos en que puedan entrañar riesgos para las personas o pudiesen, de alguna forma, empeorar la situación.
- La evacuación de los locales próximos.

Solo mediante la realización de simulacros periódicos (Figura 37), podrá conseguirse que las actuaciones sean acordes a lo planificado, por ello se deben programar simulacros periódicos para comprobar el correcto funcionamiento de las medidas adoptadas, tanto en lo que respecta al buen estado del material, como al desempeño de las funciones



Figura 37. Simulacro de emergencia.

de emergencia encomendadas a los trabajadores designados para formar parte de los equipos de intervención.

Deben establecerse unos equipos de emergencias para hacer frente a incendios u otros siniestros, asignando funciones específicas a cada uno de ellos. El citado personal deberá poseer la formación teórico - práctica necesaria, es decir, formación y entrenamiento en el uso de los medios, ser suficiente en número y disponer del material adecuado de control de la emergencia y, en su caso, de autosalvamento, en función de los posibles desastres que pudieran llegar a producirse en una empresa.

Las disposiciones para situaciones de urgencia, junto con los procedimientos que han de seguirse, deben ser actualizadas a la luz de nuevas informaciones, como las que proporcionan las fichas de datos de seguridad, las experiencias adquiridas en la utilización de los productos químicos y los cambios que se hayan producido en la actividad laboral.

Para la aplicación de las medidas adoptadas, la empresa debe organizar las relaciones que sean necesarias con servicios externos a la empresa, en particular en materia de primeros auxilios, asistencia médica de urgencia, salvamento y lucha contra incendios, de forma que quede garantizada la rapidez y eficacia de las mismas

Cuando sea necesaria la participación de servicios de bomberos especializados u otros servicios de intervención externos al establecimiento, se les debe facilitar información adecuada sobre la naturaleza

de la emergencia, los riesgos que entraña y los productos químicos involucrados, de tal manera que su personal pueda adoptar las medidas de prevención apropiadas. Cuando en una instalación se haya determinado la existencia de riesgos potenciales muy graves, se debería transmitir dicha información a la dirección de la empresa que su vez debe suministrarla al servicio de bomberos, independientemente de que se haya producido o no un accidente en la instalación implicada. Dicha información debería permitir que el servicio de bomberos adopte las precauciones adecuadas, como, por ejemplo, dotar a su personal con ropas especiales para evitar los peligros que entrañan productos altamente tóxicos.

Es frecuente observar planes de emergencia de instalaciones industriales, en las que se utilizan productos químicos peligrosos, donde la única emergencia que se contempla es el incendio. Este grave error supone que cuando se produce un desastre distinto al incendio no se dispone de medios técnicos apropiados y se origina confusión en el personal que interviene en el control de la emergencia al no estar preparado para ella.

13.1. Primeros auxilios

Se deberían prever los medios de primeros auxilios apropiados. Para tal efecto, se deberían tomar en consideración:

- Los productos químicos utilizados en el trabajo.
- Las facilidades de acceso y comunicación.
- Los servicios e instalaciones de urgencia disponibles.
- Las exigencias determinadas por la autoridad competente.

En la medida de lo posible, tanto el personal formado para prestar primeros auxilios como los medios apropiados para hacerlo deberían estar permanentemente disponibles durante todo el tiempo de utilización de productos químicos peligrosos en el trabajo. La expresión «personal formado» abarca tanto al personal formado para prestar primeros auxilios como al personal sanitario.

Con respecto a los productos químicos peligrosos, los encargados de prestar primeros auxilios deberían estar formados, en particular, en relación con:

- Los peligros que entrañan los productos químicos y las formas de protegerse contra tales peligros.

- La manera de emprender acciones eficaces sin demora.
- Todos los procedimientos pertinentes a la evacuación de personas lesionadas hacia los hospitales.

El empresario debería evaluar las necesidades en materia de primeros auxilios. La pertinencia y viabilidad de poder disponer permanentemente de personal sanitario para prestar primeros auxilios dependerá:

- Del número de trabajadores que integran la plantilla.
- De la índole de la actividad laboral.
- Del tamaño del establecimiento y la distribución de los trabajadores en los lugares de trabajo.
- De la distancia entre el lugar en que se desarrolla la actividad laboral y el hospital más próximo u otros servicios médicos de urgencia a los que se pueda recurrir en caso de necesidad.

Los equipos, medios e instalaciones de primeros auxilios deberían ser adecuados para hacer frente a los peligros que entrañe la utilización de productos químicos en el trabajo. Se deberían poner a disposición de los trabajadores medios e instalaciones de uso directo, como, por ejemplo, duchas de emergencia o fuentes para el lavado de los ojos. Se debería emplazar este tipo de instalaciones en lugares diseminados en el establecimiento, de manera tal que se garantice la posibilidad de uso inmediato en casos de emergencia.

Se debería poder acceder a los equipos, medios e instalaciones de primeros auxilios de manera expedita y en todo momento.

Se deberían instalar salas de primeros auxilios adecuadamente equipadas, de conformidad con las disposiciones legales o las normas nacionales vigentes. En general, dichas salas deberían instalarse en todo establecimiento:

- Donde la utilización de productos químicos en el trabajo entrañe importantes peligros para la salud de los trabajadores.
- Respecto del cual la confluencia de los factores detallados anteriormente haya determinado la pertinencia de dichas salas.

13.2. Derrames

En ocasiones cuando una empresa decide elaborar un plan de emergencia, su objetivo es elaborar un plan de emergencia contra in-

cendios. Siendo cierto que una situación de emergencia por incendio puede darse prácticamente en toda actividad, no lo es menos que en actividades relacionadas con el manejo de productos químicos pueden darse otras situaciones de emergencia que por su probabilidad de materialización y sus graves consecuencias, deberían del mismo modo, incluirse en el plan de emergencia, una de ellas es el caso del derrame o la fuga de un producto químico peligroso.

Estimar las consecuencias de un derrame o fuga de cualquiera de los productos químicos utilizados en una empresa no es tarea fácil, requiriendo un estudio detallado de los productos químicos que puedan presentarse en el trabajo, conociendo:

- Cantidades máximas de cada uno de ellos.
- Características físicas y químicas.
- Productos de descomposición de los mismos.
- Productos de reacción que pudiesen formarse.

Se puede considerar que cuando se utilicen productos químicos que generen riesgos de inflamabilidad, corrosividad y toxicidad deberá disponerse de un plan de emergencia. También será necesario en el caso de que aun no siendo productos peligrosos para las personas, constituyen un factor de riesgo para el medio ambiente al ser emitidos de manera masiva e incontrolada.

Frente a un derrame o fuga de un producto químico, la secuencia de actuación más habitual quedaría resumida en los siguientes once puntos:

1. Ponerse a salvo, alejándose de la zona peligrosa y evacuando el personal presente en la zona del accidente.
2. Identificar el producto químico, siempre que sea posible. La identificación del producto químico involucrado en un derrame no debe suponer riesgo ninguno, debiendo realizarse desde una distancia segura.
3. Informar de lo ocurrido inmediatamente, alertando de la presencia de heridos, si los hubiera. En caso afirmativo, las acciones principales deberían ir encaminadas al rescate y aplicación de primeros auxilios.
4. Aislar la zona, cortando los suministros de energía que puedan producir un incendio, sobre todo en el caso de derrame de inflamables. Se debe evitar, si ello es posible, que el derrame siga produciéndose, cerrando llaves de paso, aislando instalaciones, etc. Esta acción se realizará solamente si no conlleva riesgo su realización inmediata y puede realizarse a distancia suficiente de la zona del derrame, en caso contrario el trabajador se dotará de los medios necesarios para acometer las tareas recogidas en este punto (Figura 38).



Figura 38. Uso de EPI's para derrames.

5. Informarse sobre los riesgos del producto químico. Si ha podido identificarse el o los productos químicos implicados en el derrame debe procederse a conseguir la máxima información, por ello el disponer de las fichas de seguridad se hace especialmente importante.
6. Establecer un plan de acciones siguiendo lo establecido en el plan de emergencia. Conocido el producto y la situación existente, se establecerá un plan de acciones para resolver la emergencia de una manera rápida y segura teniendo en cuenta el contenido del plan de emergencia implantado en la empresa. Esto dependerá, básicamente, de tres factores principales: naturaleza del producto químico, estado físico y cantidad derramada.

   Las cantidades fugadas o derramadas influyen de una manera determinante en el establecimiento de la estrategia de actuación, ya que no presenta los mismos requerimientos un derrame de un litro de ácido nítrico concentrado que otro de 25.000 litros del mismo producto.

7. Equiparse adecuadamente. El control de la emergencia debe realizarse por personal equipado con equipos de protección individual no solamente adecuados al producto químico implicado sino además a la cantidad de este. Siempre, en caso de duda, debe optarse por un grado de protección mayor, y en situaciones de productos o concentraciones de los mismos desconocidas debe utilizarse traje químico encapsulante unido a equipo de respiración autónomo. Estas medidas implican disponer de equipos correctamente mantenidos y en el uso de los cuales el personal haya sido adiestrado.
8. Evacuar a los heridos. Debe tenerse en cuenta que aunque pueda parecer equivocado plantear la asistencia a los heridos en un punto tan avanzado, el tratar de realizarla antes de adoptar las medidas reflejadas en puntos anteriores puede conducir a situaciones en los que los auxiliadores se convierten en nuevas víctimas empeorando la situación.
9. Contener el derrame o fuga (Figura 39). Inicialmente debe evitarse la llegada del derrame a desagües, acequias, ríos, etc., para ello debemos taponar o aislar las posibles salidas del producto. El primer paso en la recogida es la neutralización del producto si es necesaria, para ello debemos disponer de neutralizantes en cantidad suficiente. En el caso de líquidos, habitualmente la recogida se realiza utilizando sólidos absorbentes que disminuyen

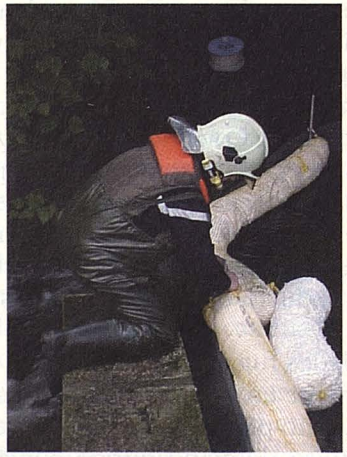


Figura 39. Control de derrame.

el riesgo potencial del líquido y hacen más fácil la recogida y gestión al ser tratados como sólidos. Tradicionalmente se han empleado sólidos absorbentes de tipo mineral, en forma de gránulos, con un elevado poder de absorción, inertes y económicos, como por ejemplo, sílice amorfa, sepiolita, etc.

En la actualidad se comercializan una amplia variedad de materiales absorbentes de origen sintético (Figura 40), como son polipropileno, celulosa, etc., que presentan capacidades de absorción mayores que los tradicionales y formatos de presentación más adaptados a las situaciones de recuperación, ya que los hay con formas de almohadilla, calcetín, paños, etc.



Figura 40. Uso de material absorbente en derrame.

Siempre debe comprobarse la compatibilidad entre el absorbente utilizado y los productos derramados a recuperar. También debe tenerse en cuenta las características que presenta el sólido absorbente una vez utilizado.

10. Limpiar y gestionar los residuos generados. Una vez recogidos los productos químicos derramados, deben guardarse en recipientes capaces de contenerlos, que además se etiquetarán identificando el contenido y los riesgos asociados al mismo.

11. Revisión, una vez acabada la emergencia es el momento de reponer los productos utilizados, limpiar los equipos usados y reflexionar sobre qué aspectos del plan funcionaron y cuáles no lo hicieron como estaba previsto, extrayendo conclusiones que deben servir para mejorar el plan de emergencias ya implantado.

14. BIBLIOGRAFÍA

- Manual de Seguridad en Laboratorios. Josep Oriol Colomer y otros. Editorial Carl Roth. Febrero 2002. Barcelona.
- Riesgo Químico. José Bartual Sánchez y otros. INSHT. 1999. Barcelona.
- Seguridad en la utilización de productos químicos. OIT. 1992. Ginebra.
- Notas Técnicas de Prevención. INSHT.
- Documentación del Master CREA de Prevención de Riesgos Laborales. Miguel Olmos. 2001. CREA. Zaragoza
- Seguridad en el trabajo. Manuel Bestratén y otros. INSHT. 1999. Barcelona.
- Manual Seguridad en el Trabajo. Fundación MAPFRE, 1997, Madrid.
- Enciclopedia de Seguridad y Salud en el Trabajo, Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales (España). 1998. Madrid.
- Seguridad y condiciones de trabajo en el Laboratorio. Xavier Guardino Solá, Carlos Heras y otros. 1992. Barcelona.

10

Espacios confinados

Actualizado por MIGUEL OLMOS LLORENTE

1. INTRODUCCION

Los accidentes relacionados con los espacios confinados suelen tener una repercusión mayor que el resto de accidentes, posiblemente esto se debe a que en este tipo de accidentes es habitual que se produzcan varios fallecidos: el accidentado inicial y todos aquellos que acuden en su auxilio sin adoptar las necesarias medidas de seguridad.

Pese a lo llamativo de este tipo de accidentes siguen produciéndose y, sin duda, tiene que ver con ello las características que suelen darse en este tipo de trabajos, con características como: no rutinarios, de corta duración, no repetitivos e imprevisibles. Estos factores los hace más peligrosos ya que dada su provisionalidad, en ocasiones, no se sigue ninguna instrucción de trabajo específica, ni se adopta ninguna medida de seguridad.

La OSHA (Organización de Seguridad y Salud Norteamericana) estima que el 85% de estos accidentes podrían ser evitados, sí el trabajador estuviese informado sobre los peligros a los que se enfrenta en este tipo de actividades.

Además, las consecuencias de un error al establecer las medidas preventivas para realizar un trabajo en un espacio confinado tienen, de forma habitual, peores consecuencias que si el error se produce en las medidas adoptadas para la realización de ese mismo trabajo en un recinto abierto.

El establecimiento de protocolos o metodologías de actuación suficientemente seguros para la realización de trabajos en espacios confinados es de una complejidad elevada, requiriendo de profesionales especializados en este tipo de trabajos.

2. DEFINICION DE UN ESPACIO CONFINADO

Un espacio confinado es cualquier espacio con aberturas limitadas de entrada y salida, y con una ventilación natural desfavorable, en el que pueden acumularse contaminantes tóxicos, inflamables o explosivos, o tener una atmósfera deficiente en oxígeno, y que no está concebido para una ocupación y actividad continuada por parte del trabajador. En muchas ocasiones, además, el espacio confinado también implica unas limitaciones en la libertad de movimientos de sus ocupantes.

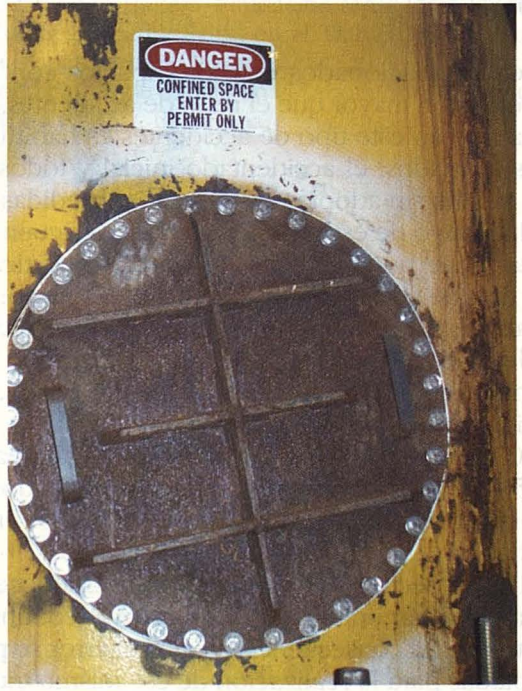


Figura 1. Entrada a espacio confinado.

3. RIESGOS EN ESPACIOS CONFINADOS

Los riesgos que pueden encontrarse en las actividades relacionadas con este tipo de actividades, por su origen, pueden clasificarse en tres grandes grupos:

- Del espacio confinado.
- De la actividad a realizar.
- Por la realización de la actividad en un espacio confinado.

3.1. Riesgos relacionados con el propio recinto

Los riesgos más característicos de los espacios confinados son provocados por:

- Acumulación de sustancias tóxicas.
- Acumulación de sustancias inflamables.
- Deficiencia de oxígeno.

También, de forma análoga pueden encontrarse otro tipo de agentes químicos peligrosos o agentes biológicos.

Además de los riesgos citados, el hecho de que estos lugares no estén concebidos para su ocupación tiene como consecuencia que no estén acondicionados para realizar trabajos en su interior, por ello suelen tener: dimensiones reducidas, que hacen necesario adoptar posturas forzadas para el acceso y permanecer en el interior; suelos en mal estado, que pueden favorecer caídas al mismo nivel; etc. También pueden ser lugares ruidosos, tener vibraciones, presentar condiciones climáticas desfavorables, estar deficientemente iluminados e incluso, en muchos casos, carecer de iluminación. (Figura 2).



Figura 2. Acceso a espacio confinado.

Si el espacio confinado dispone de elementos mecánicos en su interior, es muy probable que éstos no dispongan de protecciones para evitar atrapamientos, golpes, choques, etc.

Existe el riesgo de electrocución por contacto con partes metálicas que accidentalmente pueden estar en tensión. Además, este riesgo se verá incrementado en espacios húmedos o mojados.

Otro de los riesgos que pueden encontrarse en los espacios confinados es la inundación intempestiva de los mismos con algún fluido, bien de los que de forma habitual contiene o de espacios limítrofes que ocupan el vacío dejado por los primeros.

Por último, en función de la forma del espacio confinado el acceso puede presentar el riesgo de caídas a distinto nivel y el de caída de objetos al interior, además de las posturas forzadas, como ya se ha señalado.

3.2. Riesgos propios de la actividad a realizar

La importante magnitud de los riesgos ya citados puede, en ocasiones, eclipsar los riesgos propios de los trabajos que se realizan en el espacio confinado, y que obviamente deben ser tenidos en cuenta para establecer las medidas preventivas correspondientes.

Por ejemplo, resulta evidente que una operación de soldadura, realizada tanto en un espacio confinado como en uno abierto, entraña una serie de riesgos de los que hay que protegerse.

3.3. Los surgidos al realizar la actividad en un espacio confinado

Es habitual que al realizar un trabajo en un espacio confinado, riesgos que serían calificados como triviales si el trabajo se realizase al aire libre, se conviertan en muy importantes por realizarse el trabajo en un espacio confinado con dimensiones reducidas o con contaminantes preexistentes. Por ejemplo, al realizar una soldadura al aire libre la concentración de humos de soldadura será previsiblemente baja, pero si se realiza esa soldadura en un espacio confinado de dimensiones reducidas, se alcanzarán concentraciones tóxicas fácilmente.

4. MEDIDAS PREVENTIVAS PARA TRABAJOS EN ESPACIOS CONFINADOS

Es necesario establecer un procedimiento o protocolo de actuación para la realización de los trabajos en espacios confinados. Este procedimiento debe plasmarse en uno o varios documentos por escrito, que pueden ser los siguientes:

- Permiso de entrada.
- Procedimiento de trabajo.
- Registros en relación con los equipos de protección individual.
- Registros de formación.
- Registros de mantenimiento de equipos.
- Registros de vigilancia de la salud.

Todos estos documentos deben formar un conjunto homogéneo, en el que cada documento debe complementarse con los demás. No obstante, puede obviarse alguno de estos documentos, si lo que debiera contener ya se incluye en alguno de lo otros.

Toda esta documentación será conocida por todos los mandos y trabajadores afectados.

Con el fin de dar cumplimiento a este protocolo y reducir al máximo los posibles riesgos potenciales, es recomendable que, en empresas que trabajen habitualmente en estos recintos, se seleccione un grupo de trabajadores especialistas para efectuar dichas tareas. Este equipo de personas deberá tener la formación adecuada, además de ir enriqueciéndose posteriormente con la experiencia adquirida en cada actuación.

La primera norma del protocolo será: siempre que los medios técnicos lo permitan, se realizarán los trabajos desde el exterior. Por ejemplo, para labores de inspección pueden utilizarse videocámaras teledirigidas montadas sobre robot o sobre manguera (Figura 3).

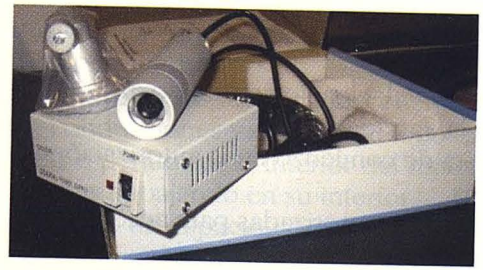


Figura 3. Videocámara.

4.1. Permiso de trabajo

Deberá establecerse un permiso de trabajo o entrada en dichos espacios, el cual tiene como principales objetivos:

1) Restringir el acceso de manera que sólo las personas autorizadas, y por lo tanto formadas, puedan hacerlo.
2) Asegurar la comunicación tanto de la entrada, la salida, como de la permanencia, entre las personas o departamentos intervinientes y controlarla, teniendo en cuenta su duración.
3) Enumerar las precauciones mínimas a seguir para realizar los trabajos.
4) Servir de registro escrito de las características del espacio confinado, además de los requisitos de entrada y las precauciones específicas para el mismo.

El permiso de entrada debe contener como mínimo estos tres apartados: lista de comprobaciones, información general y firmas.

Según OSHA la lista de comprobaciones que debe incluir un permiso de entrada es:

- Riesgos del espacio confinado.
- Medidas de bloqueo y aislamiento.
- Purgado, inertizado, ventilación y lavado.
- Condiciones aceptables de la atmósfera interior y resultado de las pruebas de gases.
- Medición o pruebas de gases, para asegurar que las condiciones aceptables de la atmósfera se mantienen.
- Rescate y comunicación.
- Equipo de protección individual necesario.

El apartado de información general del permiso de entrada debe incluir:

- Identificación del espacio confinado.
- Motivo de la entrada.
- Fecha y hora de comienzo de la autorización y validez temporal de la misma.
- Lista de personas autorizadas para acceder al interior.
- Lista de acompañantes o ayudantes.
- Lista de personas responsables de quienes acceden al interior.

El permiso debe incluir las firmas de:

- Las personas que autorizan la entrada, que son los responsables de la instalación.
- Quienes verifican que todas las condiciones y requisitos necesarios se cumplen.
- Las personas que hacen las evaluaciones de gases.

Para la realización de algunos trabajos puede ser interesante anotar en el permiso a las personas autorizadas para entrar en el espacio confinado, acompañantes, vigilantes y ayudantes.

El responsable de la ejecución de los trabajos deberá reflejar por escrito todas aquellas incidencias que puedan producirse.

Cualquier persona de las que conceden el permiso o quién lo recibe, debe dar la actividad en el espacio confinado por concluida, comunicándolo. Debe tenerse en cuenta que si cambia alguna condición inicial o sobreviene alguna nueva, podría ser necesario adoptar medidas preventivas adicionales antes de iniciarse la actividad de nuevo y con un nuevo permiso de trabajo. Del mismo modo, si se produce algún cambio de las personas que autorizaron la entrada, debe actuarse de la misma forma que en el caso anterior, así se evitará, por ejemplo, que el personal que se incorpora en un nuevo turno de trabajo desconozca que en las instalaciones se está realizando un trabajo de este tipo.

4.2. Aspectos a tener en cuenta en un procedimiento de trabajo

Aseguramiento del espacio confinado

Como primer paso, antes de entrar, es necesario asegurar el espacio confinado, de tal forma que una vez que se acceda al interior del mismo las personas que lo hacen no puedan verse afectadas de manera imprevista por factores externos.

Esto significa controlar los sistemas de energía; equipos, herramientas, válvulas, conducciones y en general todos aquellos aspectos que puedan invadir o perjudicar el interior del recinto, cuando se encuentren los operarios trabajando en su interior.

Cuando se acceda a un espacio confinado deben consignarse de forma inviolable las fuentes de energía, que podrían conseguir: poner elementos en tensión, producir una puesta en marcha intempestiva

de algún elemento propio del espacio confinado o influir de alguna forma negativa en el espacio confinado. Se pueden encontrar en el mercado numerosos elementos que permiten el bloqueo de sistemas neumáticos, llaves de paso, cuadros eléctricos, etc. Algunos de estos elementos pueden observarse en el capítulo correspondiente a seguridad en máquinas de este manual.

Todas las conducciones, incluyendo los circuitos de seguridad, de fluidos, ya sean líquidos o gases, que estén conectadas al espacio confinado deben cerrarse con la ayuda de bridas ciegas, cierre de válvulas, elementos inflables, (Figura 4), etc. Debe asegurarse también, que cualquier sistema asociado a las conducciones que se cierren quede parado.

En caso de redes de alcantarillado se tendrá en cuenta la información meteorológica y deberá restringirse la entrada en días de posible lluvia. Además, en estos casos debe considerarse la posibilidad de vaciado simultáneo de depósitos de agua de gran capacidad, que puedan afectar a la zona de trabajo, produciendo riesgo de inmersión, arrastramiento, etc.



Figura 4. Cierres inflables.

Debe organizarse el espacio situado alrededor de la entrada del espacio confinado con el fin de mantenerlo lo más despejado posible y evitar la caída de objetos al interior. En los espacios confinados subterráneos, con la entrada a nivel del suelo, hay que evitar el estacionamiento de vehículos con el motor en marcha cerca de la boca de entrada, ya que los gases de escape pueden penetrar al interior

deteriorando su atmósfera. En estos casos es aconsejable el uso de vehículos con el tubo de escape vertical, de esta forma se reduce la posibilidad de introducir directamente dichos gases en el espacio confinado. En este apartado debe prestarse especial atención a la señalización, tanto de la ubicación del espacio confinado como de los riesgos que pueden existir en el interior del mismo. En caso de encontrarse en zonas de paso de personas o de circulación de vehículos deberá señalizarse y limitarse el acceso mediante conos reflectantes, vallas, balizas, luminarias, etc. (Figura 5).



Figura 5. Señalización de espacio confinado.

Evaluación de la atmósfera del espacio confinado

Antes de entrar y durante la realización de trabajos en cualquier recinto confinado, es imprescindible realizar mediciones de sus condiciones ambientales, salvo que se tenga la certeza absoluta de que la composición del aire es normal. Las mediciones deben incluir siempre aquellos gases o características ambientales que puedan suponer un riesgo. No existiendo un grupo estandarizado de gases que sean los que se deban medir de forma obligatoria, debe decidirse en cada ocasión qué gases deben evaluarse. En el alcantarillado doméstico habitualmente es necesaria la medición del porcentaje del Límite Inferior de Explosividad (LIE), el porcentaje de oxígeno existente y los niveles de sulfuro de hidrógeno.

Dichas mediciones previas deben efectuarse desde el exterior o desde una zona segura (Figura 6). En el caso de que no pueda alcanzarse desde el exterior la totalidad del espacio a medir, se deberá ir avanzando paulatinamente, con las medidas preventivas necesarias, desde zonas totalmente controladas.



Figura 6. M.O.L. efectuando medición.

En función de las circunstancias, podrá ser necesario realizar mediciones de otros posibles contaminantes tales como monóxido de carbono, amoniaco, etc.

Es interesante el uso de algunos tipos de tubos colorimétricos como los politest, ya que aun no siendo específicos para ningún gas, sí que son lo suficientemente genéricos para confirmar la presencia de contaminantes.

La determinación de los parámetros fundamentales se realizará preferentemente mediante monitores de gases (Figura 7) ya que permiten la necesaria medición en continúo, sólo debe realizarse con tubos colorimétricos si no se tiene otra alternativa que permita la medición en continuo. Estas mediciones deben ser realizadas por personal entrenado, ya que, en ocasiones, pueden presentarse situaciones de difícil interpretación, como son las interferencias entre ciertos gases que afectan a los resultados indicados por el equipo de medición.



Figura 7. Monitor de gases.

La medición debe realizarse en todo el volumen de trabajo. En la medición de contaminantes será necesario tener en cuenta la posibilidad de estratificación del contaminante y por ello debe medirse en varios puntos a lo largo de toda la altura del espacio confinado. La estratificación se debe a la temperatura a la que se encuentre el contaminante, mucho más que a la densidad relativa del vapor de éste. En la medición de inflamabilidad debe tenerse en cuenta que los gases inflamables no se distribuyen de forma homogénea en el espacio, y tienden a formar bolsas de mayor o menor concentración, por ello se medirá en varios puntos diferentes.

Debe considerarse el riesgo de explosión por atmósferas pulvígenas, que no será detectado por los monitores de gases denominados coloquialmente explosímetros.

Dado que los tiempos de exposición suelen ser muy variables y raramente alcanzan las 8 horas diarias, los criterios de valoración deben analizarse para cada caso concreto, para proteger a los trabajadores de los efectos negativos de la contaminación ambiental.

Cuando un trabajador monitoriza la concentración de gases en un espacio confinado debe conocer del equipo de medición al menos lo siguiente:

- Su manejo.
- La información concreta que ofrece.
- La interpretación de los resultados.
- Las limitaciones propias de cada equipo de medición.
- Los signos de funcionamiento incorrecto.
- El manual de instrucciones dado por el fabricante.

De forma genérica, no debe superarse nunca el 10% del porcentaje del Límite Inferior de Explosividad (LIE), y cuando se supera el 25% del LIE se considera que existe una atmósfera inmediatamente peligrosa para la vida (Figura 8).

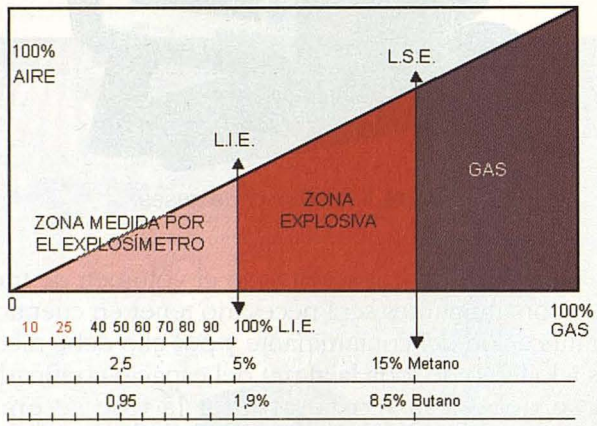


Figura 8. Gráfica de límites de explosividad.

Aun cuando el verdadero riesgo se alcanza cuando se llega o sobrepasa al LIE, se utilizan como criterio los porcentajes citados del mismo, ya que en presencia de gases inflamables las concentraciones de estos no se distribuyen uniformemente, pudiendo medirse una concentración en una zona y encontrarse otra muy diferente en un punto cercano. Obteniéndose siempre concentraciones de gases inflamables por debajo del 10% del LIE, se garantiza una muy alta probabilidad de no existir acumulaciones de gases que superen el LIE en el entorno del lugar en el que se hacen las mediciones.

La concentración de oxígeno (O_2) no debe estar por debajo del 20,5%, no debiendo utilizarse solamente la concentración de oxígeno como criterio de valoración, salvo que se esté totalmente seguro de la ausencia de gases peligrosos. Debe recordarse que un descenso de la concentración de oxígeno hasta el 20,5%, implica una concentración de gases desconocidos de aproximadamente el 2%, o lo que es lo mismo, de 20.000 partes por millón (p.p.m). Si se tiene la seguridad de que los gases que aparecen en el espacio confinado son inertes, la situación no es peligrosa, pero si son tóxicos, 20.000 p.p.m. es una concentración extremadamente alta (Tabla I).

Tabla 1. Criterios de evaluacion

Atmósfera peligrosa	
Oxigeno	<20,5%
Inflamabilidad	>10% LIE
Contaminantes	> VLA (TLV)
Atmósfera inmediatamente peligrosa	
Oxigeno	<17,0%
Inflamabilidad	>25% LIE
Contaminantes	> PISV (IDLH)

Para las sustancias que presenten riesgo de intoxicación deberá recurrirse a sus correspondientes criterios de valoración. En los espacios confinados hay que tener en cuenta que el etiquetado de dichas sustancias puede perder algo de valor como criterio, ya que la terminología nocivo, tóxico o inocuo, se vuelve mucho más relativa en estos casos, debido al limitado volumen de algunos de estos espacios. Debe distinguirse entre los criterios de valoración utilizados habitualmente en trabajo como son los VLA en España o los TLV en otros países y los criterios de valoración menos restrictivos, como son los IDLH (Peligro inmediato para la salud o la vida), utilizados para evaluar la posibilidad de intervención en un espacio confinado.

Algunas sustancias presentan olores característicos y se dispone de los umbrales olfativos para muchas de ellas, pero no debe seguirse este criterio como norma de seguridad, ya que depende de demasiados factores no controlables por las personas. No se puede percibir variaciones de la concentración de un olor, salvo que la concentración se multiplique instantáneamente por 2 o 3, incluso ciertas sustancias en concentraciones inferiores a las más peligrosas provocan la pérdida del olfato. Todo esto hace que la detección olfativa no sea fiable en relación con la seguridad para las tareas en espacios confinados, aun si ésta se produce, por no tener la capacidad para percibir las variaciones de la concentración.

La medición de los contaminantes se mantendrá mientras exista la posibilidad de formación de los mismos, debida a la actividad o la irrupción de estos en el espacio confinado.

Sólo podrá dejarse de monitorizar la presencia de gases en el área de trabajo cuando en el espacio confinado:

- Se hayan bloqueado todas las conducciones que accedan a él.
- Esté libre de materiales susceptibles de liberar contaminantes.
- La actividad que se realice en su interior no produzca contaminantes.
- Se haya construido con materiales impermeables a los fluidos y además no presente discontinuidades.

Si se detectan contaminantes en el ambiente durante la permanencia en el espacio confinado se procederá como sigue:

- Todo el personal abandonará el recinto.
- El recinto será evaluado para determinar cómo se generó la atmósfera peligrosa, y se actuará en concordancia con el procedimiento de trabajo.
- Se implementarán medidas para proteger al personal de la atmósfera peligrosa antes de realizarse cualquier otro ingreso en el mismo.

La concentración de sustancias inflamables o explosivas puede modificarse por: desprendimiento de gas metano, debido a la descomposición de materia orgánica; por filtraciones de conducciones de gas cercanas; por la presencia de depósitos de gasolina o similares en las proximidades; o por trabajos en el espacio confinado con productos que desprendan vapores inflamables. La concentración de oxígeno puede verse afectada por: fermentaciones orgánicas; descomposición de materia orgánica; desprendimiento de dióxido de carbono procedente de aguas subterráneas carbonatadas; o por el propio trabajo realizado en el espacio confinado que puede consumir oxígeno, provocar el removimiento de lodos, emplear gases inertes que desplazarían el aire, etc. Los gases tóxicos pueden aparecer en el espacio confinado, por ejemplo por: formación de sulfhídrico por descomposición de materia orgánica animal; formación de amoníaco por descomposición de materia orgánica animal o vegetal; por gases de escape procedentes de motores de combustión interna; por reacciones químicas accidentales que puedan liberar compuestos tóxicos, etc. Debe tenerse en cuenta que estos contaminantes pueden presentar varios de los riesgos ya descritos de forma asociada, y por lo tanto pueden ser tóxicos, pero también inflamables o explosivos. Por este motivo no debe enfocarse la acción preventiva y de control a uno sólo de estos riesgos, y se deben considerar siempre todas las posibilidades.

Aunque los riesgos en los espacios confinados habitualmente se asocian a asfixias por falta de oxígeno, explosiones por gases inflamables o a intoxicaciones debidas a gases tóxicos, debe tenerse en cuenta que cada espacio confinado es único, y se debe realizar un estudio del mismo que permita saber aquello que podría encontrarse en su interior antes del trabajo y durante la realización del mismo. Se debe desechar la idea preconcebida de unos gases peligrosos concretos, y pensar que también es posible que se encuentren otros riesgos diferentes como podría ser: concentraciones altas de oxigeno, etc.

Ventilación del espacio confinado

Es siempre recomendable ventilar el recinto de forma natural a través de las aberturas que existan en él y, además, mediante ventilación forzada (impulsión o extracción) antes de la entrada y durante el tiempo de permanencia en el interior.

En este apartado, hay que tener en cuenta la densidad relativa del vapor del contaminante que puede existir en el interior, con el fin de efectuar la mejor ventilación posible. La ventilación de un espacio confinado no debe realizarse nunca con oxígeno, ya que se podrían producir incendios o explosiones. Si se utiliza un compresor de motor térmico para la ventilación, hay que prestar especial atención a la ubicación de dicho equipo para no introducir los gases de escape en el interior del recinto.

Cuando en el interior del espacio confinado se realicen trabajos que generen contaminantes de forma localizada, es necesario utilizar extracción localizada para eliminar el contaminante en su punto de generación y así evitar su propagación por el recinto (Figura 9). La velocidad del aire generada con estos sistemas de extracción localizada no deberá ser inferior a 0,5 m/s, en el área en que puedan estar los operarios.

En el caso de que existan contaminantes previamente a la realización de los trabajos, se utilizarán sistemas portátiles de ventilación general (Figura 10), conectados a mangas de ventilación, que pueden ser incluso desechables. Cuando la tarea a realizar en el espacio confinado genere contaminantes, pero no en un punto concreto, también se utilizará la ventilación general. La forma de ventilar variará en función del tipo de espacio confinado que se esté considerando. Así, en fosos o tanques con un volumen limitado y una única abertura superior será



Figura 9. Sistema de extracción.



Figura 10. Equipo de ventilación general.

más aconsejable extraer aire de las zonas inferiores de los mismos. En este último caso es fundamental que la extracción se sitúe en la zona más baja posible del espacio confiando. En aquellos casos en los que esos espacios presenten grandes volúmenes, aberturas, etc. o formen parte de una red de canalizaciones con múltiples bifurcaciones, será más aconsejable el uso de impulsión de grandes cantidades de aire a la zona de ocupación.

Un caso especial de ventilación puede ser la inertización del espacio confinado, que consiste en el desplazamiento de toda la atmósfera interior por algún fluido. Si el fluido es un gas, habrá que prestar especial atención a su densidad para realizar un adecuado desplazamiento del contaminante que se quiere expulsar.

En estos casos es muy importante considerar la presencia de restos sólidos o lodosos que contienen contaminantes y, que una vez ventilado el espacio confinado, seguirán emitiendo contaminante. Esta situación puede inducir a errores y dar la falsa impresión de tener un espacio confinado ventilado y exento de contaminantes, cuando en realidad, el contaminante volverá a aparecer de nuevo, sobre todo al entrar en el espacio confinado y remover los lodos.

El equipo de apoyo exterior

En tanto permanezca el personal en el interior del recinto, es necesaria la presencia de un equipo de apoyo en el exterior, formado por personas entrenadas para este cometido. Es recomendable que el equipo de apoyo esté compuesto por al menos dos personas (Figura 11).



Figura 11. Equipo de apoyo.

Cuando este equipo esté formado por una única persona, ésta nunca deberá abandonar su puesto y estará perfectamente comunicada con los servicios de emergencia. Debe existir una buena comunicación entre el equipo de apoyo y los operarios que trabajan en el interior del espacio confinado. Esta comunicación puede ser; visual, de forma directa o a través de señales luminosas; acústica, mediante bocinas, silbatos, alarmas, avisadores de personas inmóviles (Figura 12); mediante cuerdas; o mediante intercomunicadores. No obstante, en todos los casos deberá establecerse un código de señales que será perfectamente conocido por todos los implicados. Hay que recordar la importancia del perfecto conocimiento del código de señales establecido en cada trabajo. En estos casos una duda o una comunicación ambigua puede tener consecuencias muy negativas para los trabajadores.



Figura 12. Sistema de alarma.

Los equipos de trabajo

Antes de entrar en el espacio confinado, deben tenerse en cuenta las herramientas y el sistema de iluminación que se van a utilizar en el interior del recinto. En el caso de riesgo de atmósferas explosivas será necesario el uso de herramientas y aparatos protegidos contra explosiones, tal y como se detalla en el capítulo de riesgos eléctricos en baja tensión. En caso de espacios confinados donde haya agua, un alto porcentaje de humedad o que las superficies sean buenas conductoras de la electricidad, se utilizarán tensiones de seguridad tanto para las herramientas como para la iluminación. Una alternativa al uso

de herramientas eléctricas es la utilización de herramientas neumáticas. Los sistemas tradicionales de iluminación, tanto para el trabajo como para emergencia, pueden ser sustituidos por luz química, que no entraña riesgo de explosión.

El trabajo en el espacio confinado

El acceso a algunos espacios confinados supone la instalación de un sistema que permita asegurar el descenso y el ascenso una vez finalizada la intervención. El acceso se efectúa normalmente mediante una escalera o escala. En caso de incidente es necesario poder evacuar a la persona en las mejores condiciones posibles. Por ello en algunos espacios confinados es imprescindible usar un sistema anticaídas. Si la entrada es pequeña y en disposición vertical, es conveniente el uso de un trípode dotado de un sistema de rescate.

Cuando se vaya a permanecer un tiempo prolongado en el interior del recinto, es necesario monitorizar o bien realizar mediciones periódicas en previsión de posibles cambios de las condiciones ambientales, a veces debidas incluso al propio trabajo que se realiza en el recinto, que puede generar contaminantes o producir variaciones importantes en la atmósfera interior del espacio confinado. En estos casos resultan interesantes los equipos de alarma personal que son de reducido tamaño, poco peso, fácil utilización y bajo coste de adquisición. Actualmente en el mercado existen modelos que permiten la medición de uno o varios compuestos, tales como: oxígeno, monóxido de carbono, amoníaco, etc.

El mantenimiento de todos los equipos, herramientas y accesorios que se utilizan en la realización de los trabajos y mediciones en interior de espacios confinados, es fundamental, con el fin de minimizar o eliminar riesgos añadidos procedentes de estos propios elementos.

4.3. Elaboración de procedimientos de trabajo

A continuación se detalla la base para la elaboración de un procedimiento de trabajo.

1. Verificar que el trabajo no se puede realizar desde el exterior.
2. El procedimiento está planteado para que el trabajo en el espacio confinado sea vigilado desde el exterior por personal

equipado adecuadamente, y que tanto el personal que entra en el espacio confinado como el que permanece en el exterior tengan una vigilancia de la salud adecuada.

3. Asegurar que los trabajadores tienen la formación adecuada y conocen los riesgos a los que pueden exponerse.
4. En el taller revisar que el material necesario esta disponible y funciona.
5. Obtención del permiso de trabajo, comprobar las comunicaciones de emergencia.
6. Avisar a todos los departamentos y personas con posible implicación de la realización de los trabajos.
7. Señalizar el área de trabajo.
8. Cerrar desde el exterior, enclavando todas las posibles vías de intercambio de energía, fluidos, etc. del espacio confinado con su entorno. Señalizar mediante avisos el objeto del cierre.
9. Si el espacio confinado es un espacio contaminado, purgar, inertizar, ventilar y lavar.
10. Instalar un sistema para evitar caídas en el interior del espacio confinado y abrir (Figura 13).



Figura 13. Protección y señalización de entrada.

11. Comprobación de la atmósfera desde el exterior. Si el resultado es correcto pasar al punto 13.
12. Ventilar mediante sistemas mecánicos el espacio confinado. Volver al punto 11.
13. Montaje de sistemas de rescate (Figura 14).



Figura 14. Sistema de rescate.

14. Colocación de arnés, sistema de comunicación, sistema de alarma, iluminación, explosímetro y los EPI's necesarios como los siguientes: gafas, casco, ropa adecuada, botas, guantes, respiratorios, etc.
15. Comprobar que la escalera que se va a utilizar es la adecuada.
16. Entrar en el espacio confinado.
17. Cerrar comunicaciones de fluidos con el interior.
18. Realizar limpieza del espacio si es necesaria.
19. Realización del trabajo, retirar material y limpiar entorno.
20. Restablecer las comunicaciones de fluidos desde el interior.
21. Salir del espacio confinado.
22. Comprobar la salida del espacio confinado de todos los integrantes de la cuadrilla de trabajo. Inventario de herramientas y materiales.
23. Cerrar el espacio confinado.
24. Abrir comunicaciones desde el exterior. Retirar todos los avisos del objeto del cierre.
25. Retirar la señalización perimetral.
26. Avisar de la finalización de los trabajos.
27. Devolver el permiso de trabajo y archivarlo.
28. Limpieza en taller de los equipos usados y revisión de su funcionamiento.

4.4. Equipos de protección

En caso de no conseguir mediante la ventilación una atmósfera respirable en el interior del espacio confinado, se tendrán que utilizar equipos de protección individual para las vías respiratorias, tanto dependientes como independientes del medio ambiente. En ocasiones puede ser suficiente la utilización de máscaras o mascarillas adecuadas al contaminante presente en el recinto.

Se podrán utilizar equipos dependientes de la atmósfera siempre que se cumplan todas y cada una de las condiciones siguientes:

- Concentración de oxígeno conocida y superior a 20,5%.
- Conocidos todos los contaminantes presentes.
- Concentraciones, de los contaminantes presentes, conocidas e inferiores a las de PISV (IDLH).
- Contaminantes presentes que permitan detectar el final de la vida útil del filtro.

Si no se cumplen todas las condiciones descritas será necesario el uso de equipos independientes de la atmósfera, bien autónomos o semiautónomos. En este caso deberán adoptarse las medidas adecuadas para trabajar con dichos equipos, recordando que deben ser manejados por personal adiestrado en su uso. El entrenamiento en el uso de estos equipos es vital para evitar problemas en el interior del espacio confinado.

Si la concentración de los contaminantes químicos presentes hace necesaria la utilización de equipos independientes de la atmósfera del medio, estos pueden ser autónomos o semiautónomos, la persona que los utilice debe estar siempre amarrada y, a ser posible, visible desde el exterior. En caso de tener que recorrer ciertas distancias en el interior del recinto y de no ser visible desde el exterior, debe estar perfectamente comunicado con el exterior.

Si el equipo utilizado es un semiautónomo es recomendable llevar una pequeña botella de aire comprimido de emergencia, (Figura 15).

Aunque es un concepto básico, debe recordarse que las botellas de aire deben estar llenas para su uso y es imprescindible comprobar este aspecto antes de entrar en cualquier espacio confinado. En ocasiones han surgido problemas graves por no recordar esta norma tan elemental.

Las empresas que dispongan de equipos de respiración deberán realizar revisiones periódicas de dichos equipos, siguiendo las indicaciones del fabricante. Cada vez que sea necesario su uso debe comprobarse primero su buen funcionamiento, y en caso de duda no utilizar ese equipo, y verificar que ha sido sometido a las revisiones preceptivas. En los equipos semiautónomos debe prestarse especial atención a las conexiones de las mangueras con el compresor, con el armario de filtros y con la propia mascarilla. Hay que tener en cuenta que estos equipos tienen más puntos críticos a revisar que los autónomos, debido sobre todo al mayor número de conexiones que necesitan.



Figura 15. Equipo semiautónomo.

Además de los EPIs para vías respiratorias será necesario el uso de otros EPIs en función de los riesgos detectados, como son: guantes; botas; ropas adecuadas; gafas; casco, recomendable en muchas ocasiones con barbuquejo; sistemas anticaídas; etc.

4.5. Planificación de emergencias

Siempre se evacuará el espacio confinado ante cualquier señal de alarma, tanto de los equipos como por síntomas fisiológicos. Debe estar prevista la actuación y los medios humanos y técnicos necesarios en caso de una emergencia. La norma básica para prevenir estos sucesos es: presuponer siempre que el accidente va a ocurrir. No se puede improvisar en esos momentos, por ello tendrá que estar perfectamente planificada la evacuación, atención y traslado de las personas que están



Figura 16. Evacuación de accidentado.

trabajando en el espacio confinado. En caso de incidente es necesario poder evacuar al operario en las mejores condiciones posibles (Figura 16).

El uso de un torno eléctrico requiere de una fuente de energía no siempre disponible, por lo que la instalación de antemano de un evacuador con sistema de freno (bloqueador), equipado con una manivela manual de recuperación, es una solución eficaz (Figura 17).

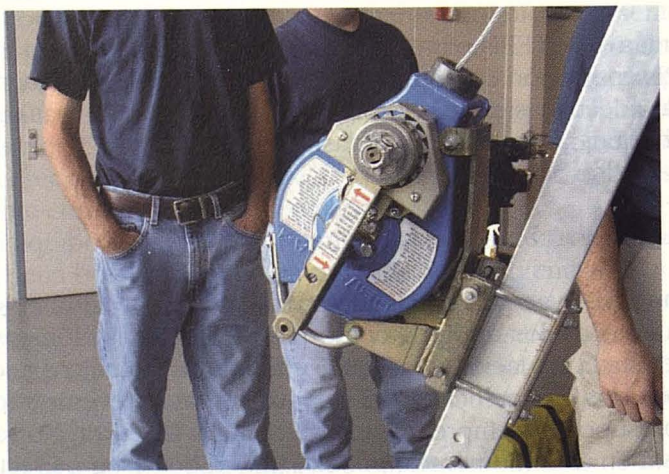


Figura 17. Sistema de izado.

Este sistema facilita el izado de la persona inconsciente o herida, equipada con un arnés o mediante camilla. Sea cuál sea el grado de confort de un arnés una persona inconsciente entra en peligro de muerte a los 6 o 7 minutos de suspensión en el vacío, ya que la inmovilidad completa asociada a la presión de las cintas, tiene graves consecuencias circulatorias para el organismo.

Es necesario que exista un plan de emergencia, conocido por todos los implicados, en el que se detalle los pasos a seguir en caso de producirse una emergencia (equipos de rescate, primeros auxilios, botiquín, teléfonos de emergencia, comunicación, etc.). Es vital en esos momentos disponer de una buena comunicación entre el equipo de apoyo y el centro de emergencias, por ello debe darse a conocer el número del teléfono de emergencias.

Dentro de este apartado debe contemplarse la disposición de medios de extinción portátiles en los accesos al recinto y, en ciertos casos, dentro del propio espacio confinado. Debe contemplarse en este apartado la necesidad o no de disponer de equipos respiratorios independientes del medioambiente, para las situaciones en la que el rescate implique la necesidad de entrada en el recinto.

El plan de emergencia deberá ser ensayado periódicamente, con una frecuencia semestral como mínimo, por parte de los trabajadores que puedan utilizarlo. Será necesario efectuar simulacros de las distintas situaciones de emergencia que previsiblemente puedan presentarse, entre ellas se incluirán simulacros de rescate, en los cuales se retirarán muñecos, maniquíes o personas, desde espacios confinados reales o de espacios que representen espacios confinados.

4.6. Vigilancia de la salud

Dadas las especiales características de los espacios confinados y sus particulares riesgos, debe prestarse especial atención a la vigilancia de la salud de los trabajadores implicados.

En los reconocimientos médicos iniciales deben ser identificadas y excluidas aquellas personas que puedan presentar determinadas patologías, tales como: claustrofobia, vértigos, afecciones cardíacas, epilepsia, ciertas discapacidades físicas, etc.

Dada la variedad de espacios confinados, en aquellos en los que se detecte existencia de riesgo de contagio a través de microorganismos (virus, bacterias, etc.) y la posible aparición de patologías, tales como:

tétanos, hepatitis, poliomelitis, leptospirosis, sida, tuberculosis, fiebre por mordedura de ratas, infecciones de heridas, gripes y catarros, es importante establecer, a criterio médico, un plan de vacunaciones que pueda prevenir la aparición de alguna de las enfermedades mencionadas. En estos espacios confinados con potencial riesgo biológico, deberán tenerse en cuenta las recomendaciones de la legislación específica aplicable. En concreto, debe prestarse atención a la ropa de trabajo, que no debe ser mezclada con la ropa de calle, ni debe ser llevada por los trabajadores a sus casas.

Hay que destacar la especial vulnerabilidad de las embarazadas, a todos los riesgos existentes en los espacios confinados, por lo que debe analizarse la restricción de entrada, en espacios confinados, durante esta situación.

4.7. Formación de los trabajadores

La formación de los trabajadores en los riesgos que pueden aparecer en el trabajo y las medidas preventivas que se deben adoptar para prevenirlos, es indispensable para la realización de trabajos en espacios confinados.

Los trabajos en espacios confinados requieren del uso de numerosos elementos, tales como: EPIs, monitores de gases, etc. teniendo algunos de ellos una complejidad elevada que requiere una formación extensa. La formación debe ser necesariamente teórico-práctica y debe conseguir que el uso de los elementos habituales se realice de una forma precisa y eficaz por parte de los trabajadores (Figura 18).



Figura 18. Formación.

Un listado, a modo de ejemplo, de los aspectos a tener en cuenta en una formación es:

- Riesgos generales en espacios confinados.
- Riesgos propios del trabajo a realizar.
- Emergencias, evacuación de heridos y primeros auxilios.
- Extinción de incendios.
- EPI's. Uso y limitaciones.
- Monitores de gases. Uso e interpretación de resultados.
- Permisos de trabajo.
- Procedimientos de trabajo.
- Manejo de equipos.
- Práctica.

4. BIBLIOGRAFIA

Riesgo Químico. José Bartual Sánchez y otros. INSHT. 1999. Barcelona.

Notas Técnicas de Prevención. INSHT.

Documentación del Master CREA de Prevención de Riesgos Laborales. Miguel Olmos Llorente. 2000. CREA. Zaragoza.

Seguridad en el trabajo. Manuel Bestratén y otros. INSHT. 1999. Barcelona.

Enciclopedia de Seguridad y Salud en el Trabajo. Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales (España). 1998. Madrid.

Seguridad en los Espacios Confinados. Guía para la prevención de riesgos laborales en el mantenimiento de redes de alcantarillado (2.ª edición). Jesús M.ª Rojas Labiano. OSALAN. 2003. Bilbao.

11

EPI's

Actualizado por ANTONIO M. ALFONSO LÓPEZ

1. INTRODUCCIÓN

Para todos los que trabajen en la prevención de los riesgos profesionales es imprescindible el conocimiento sobre los diferentes equipos de protección existentes y su utilización correcta. Estas cuestiones plantean problemas de orden técnico que deben resolverse atendiendo a criterios ya existentes o, cuando no los haya, con la mejor aplicación del criterio personal del técnico en cuestión.

En este capítulo se trata de proporcionar un resumen de la información existente, en el momento, sobre esos criterios técnicos que debe aplicar el profesional en la materia para que el equipo de protección que se debe utilizar sea el correcto, para que consiga evitar las consecuencias que se deriven de la materialización o actualización de los riesgos a los está sometido el trabajador que lo use, y que su forma de utilización no reste eficacia al mismo.

Siempre deberá estar presente en la mente del lector que, los equipos de protección son la última barrera entre las personas y los riesgos, y que siempre primará la protección colectiva sobre la individual, siendo ésta el objeto de todo lo que se trate a continuación.

Aunque la protección personal, que a partir de este momento denominaremos Equipo de Protección Individual (EPI), dadas sus características intrínsecas, no puede considerarse ni una técnica de seguri-

dad ni de higiene ni de ergonomía, está relacionada con todas ellas y a veces resultará interesante delimitar en qué campo se encuentra más o menos incluida.

En este punto, y en orden a un eficaz aleccionamiento de los usuarios de equipos de protección individual, conviene poner de manifiesto que debe concederse igual importancia a aquellos equipos destinados a evitar lesiones producidas por la falta de medidas de seguridad (accidentes), que a los que tiene por misión impedir los efectos de la falta de aplicación de los controles sobre los riesgos y consecuencias que trata la higiene industrial (enfermedades profesionales).

Es justificable una mayor atención a una más aparatosa, inmediata e impresionante lesión de tipo traumático, que a una enfermedad adquirida por la repetida exposición a un ambiente contaminado, pero no se debe olvidar que tanta relevancia tiene una como otra.

2. CONCEPTO DE EPI

De acuerdo a lo estipulado en las Directiva 89/656/CEE, asumida en la legislación española a través del Real Decreto 773/1997, se entenderá por Equipo de Protección Individual (EPI), *cualquier equipo destinado a ser llevado o sujetado por el trabajador para que le proteja de uno o varios riesgos que puedan amenazar su seguridad o su salud, así como cualquier complemento o accesorio destinado a tal fin.*

Según esta definición, para que un equipo de protección tenga la condición de EPI se deberán hacer una serie de puntualizaciones:

I. El EPI no tiene por finalidad realizar una tarea o actividad sino protegernos de los riesgos que la tarea o actividad representa. Por lo tanto, no tendrán la consideración de EPI, según lo establecido en la normativa mencionada, las herramientas o útiles de trabajo, aunque los mismos estén diseñados para proteger contra determinado riesgo, por ejemplo, las herramientas eléctricas aisladas y aislantes.
II. El EPI debe ser llevado o sujetado por el trabajador y utilizado por la forma prevista por el fabricante. Según este criterio, no puede ser considerado como EPI, por ejemplo, una banqueta aislante.

III. El EPI debe ser una protección para quien lo utiliza, no para la protección de otras personas o productos. De acuerdo a esto, existen prendas utilizadas para la protección de alimentos o bien utilizadas para evitar los contagios de y entre personas que no tiene la consideración de EPI. Algunos ejemplos de esta situación los encontramos en todo el material que utilizan los manipuladores de alimentos durante su trabajo o los que se utilizan en determinados sectores médicos y sanitarios.
IV. Los complementos o accesorios cuya utilización es indispensable para el correcto funcionamiento del equipo y contribuyan a asegurar la eficacia protectora del conjunto, también tienen la consideración de EPI. Un ejemplo muy claro es el caso de los equipos de protección frente al riesgo de caídas de altura, en el que el equipo fundamental es el arnés. Pero para que este equipo ofrezca una protección adecuada, es necesario complementarlo con un elemento de amarre adecuado, que es considerado también un EPI.

Por lo tanto, cuando se utilizan accesorios o complementos, si éstos son indispensables para el funcionamiento eficaz del EPI, se procederá de igual forma que si se tratara de un EPI.

De la definición de EPI recogida en la mencionada legislación se excluyen los siguientes equipos:

a) La ropa de trabajo corriente y los uniformes que no están específicamente destinados a proteger la salud o la integridad física del trabajador.
b) Los equipos de socorro y salvamento.
c) Los equipos de protección individual de los militares, policías y de las personas de los servicios de mantenimiento del orden.
d) Los equipos de protección individual de los medios de transporte por carretera.
e) El material de deporte.
f) El material de autodefensa o de disuasión.
g) Los aparatos portátiles para la detección y señalización de riesgos y de los factores de molestia.

La exclusión que hace referencia a la ropa de trabajo está relacionada con aquélla cuya utilización sirva, aunque sea específica de la actividad, como elemento diferenciador de un colectivo y no para proteger la salud o la integridad física de quien lo utiliza. Algunos ejemplos

claros de esta circunstancia los podemos observar en los uniformes de camareros, azafatas, conserjes, etc.

También se debe incluir en esta exclusión la ropa de trabajo cuya finalidad no es proteger la salud y la seguridad del trabajador, sino que se utiliza tan sólo como medio de protección de la ropa particular o personal o bien como resguardo de la suciedad (p. ej.: batas, monos, etc.).

Así pues, se considerará que la ropa de trabajo es un EPI cuando ésta proteja la salud o la seguridad frente a un riesgo elevado.

En algunas disposiciones legales, como por ejemplo en la directiva 89/654/CEE asumida en la legislación española a través del Real Decreto 486/1997, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo, se habla de ropa de trabajo especial en relación con la obligatoriedad, en tales casos, de dotar al centro de trabajo de determinados servicios tales como vestuarios, taquillas, duchas, etc. sin que por ello se refiera a su carácter de EPI o no.

El resto de exclusiones, salvo la g), se refieren a aquellos EPI que, aunque puedan proteger la salud o la integridad física de las personas, no tienen la consideración como tales según la nombrada normativa. En este sentido se pueden citar las botas militares, cascos antidisturbios y bélicos, espinilleras, escudos protectores, etc.

Con relación a la última exclusión se refiere a que, son elementos o equipos que el trabajador debe portar (p.ej.: bomba aspiradora y filtro de vapores ambientales), su objetivo no es la protección sino la detección y valoración de contaminantes o factores que delatan su presencia para poder determinar situaciones de riesgo.

Se incluye a continuación la lista aparecida en el Anexo I del Real Decreto 773/1997, y que tiene un mero carácter indicativo y no exhaustivo. Esto quiere decir que todos los equipos indicados en esta relación son EPI, pero en el listado no aparecen todos los equipos de protección individual que pueden existir.

LISTA INDICATIVA Y NO EXHAUSTIVA DE EQUIPOS DE PROTCCIÓN INDIVIDUAL

1. *Protectores de la cabeza*

- Cascos de seguridad (obras públicas y construcción, minas e industrias diversas).
- Cascos de protección contra choques e impactos.

- Prendas de protección para la cabeza (gorros, gorras, sombreros, etc., de tejido, de tejido recubierto, etc.).
- Cascos para usos especiales (fuego, productos químicos).

2. *Protectores del oído*

- Protectores auditivos tipo «tapones».
- Protectores auditivos desechables o reutilizables.
- Protectores auditivos tipo «orejeras», con arnés de cabeza, bajo la barbilla o la nuca.
- Cascos antirruido.
- Protectores auditivos acoplables a los cascos de protección para la industria.
- Protectores auditivos dependientes del nivel.
- Protectores auditivos con aparatos de intercomunicación.

3. *Protectores de los ojos y la cara*

- Gafas de montura «universal».
- Gafas de montura «integral» (uni o biocular).
- Gafas de montura «cazoletas».
- Pantallas faciales.
- Pantallas para soldadura (de mano, de cabeza, acoplables a casco de protección para la industria).

4. *Protección de las vías respiratorias*

- Equipos filtrantes de partículas (molestas, nocivas, tóxicas o radiactivas).
- Equipos filtrantes frente a gases y vapores.
- Equipos filtrantes mixtos.
- Equipos aislantes de aire libre.
- Equipos aislantes con suministro de aire.
- Equipos respiratorios con casco o pantalla para soldadura.
- Equipos respiratorios con máscara amovible para soldadura.
- Equipos de submarinismo.

5. *Protectores de manos y brazos*

- Guantes contra las agresiones mecánicas (perforaciones, cortes, vibraciones).
- Guantes contra las agresiones químicas.
- Guantes contra las agresiones de origen eléctrico.

- Guantes contra las agresiones de origen térmico.
- Manoplas.
- Manguitos y mangas.

6. *Protectores de pies y piernas*
   - Calzado de seguridad.
   - Calzado de protección.
   - Calzado de trabajo.
   - Calzado y cubrecalzado de protección contra el calor.
   - Calzado y cubrecalzado de protección contra el frío.
   - Calzado frente a la electricidad.
   - Calzado de protección frente a las motosierras.
   - Protectores amovibles del empeine.
   - Polainas.
   - Suelas amovibles (antitérmicas, antiperforación o antitranspiración).
   - Rodilleras.

7. *Protectores de la piel*
   - Cremas de protección y pomadas.

8. *Protectores del tronco y del abdomen*
   - Chalecos, chaquetas y mandiles de protección contra las agresiones mecánicas (perforaciones, cortes, proyecciones de metales en fusión).
   - Chalecos, chaquetas y mandiles de protección contra las agresiones químicas.
   - Chalecos termógenos.
   - Chalecos salvavidas.
   - Mandiles de protección contra los rayos X.
   - Cinturones de sujeción del tronco.
   - Fajas y cinturones antivibraciones.

9. *Protección total del cuerpo*
   - Equipos de protección contra las caídas de altura.
   - Dispositivos anticaídas deslizantes.
   - Arneses.
   - Cinturones de sujeción.
   - Dispositivos anticaídas con amortiguador.

- Ropa de protección.
- Ropa de protección contra las agresiones mecánicas (perforaciones, cortes).
- Ropa de protección contra las agresiones químicas.
- Ropa de protección contra las proyecciones de metales en fusión y las radiaciones infrarrojas.
- Ropa de protección contra fuentes de calor intenso o estrés térmico.
- Ropa de protección contra bajas temperaturas.
- Ropa de protección contra la contaminación radiactiva.
- Ropa antipolvo.
- Ropa antigás.
- Ropa y accesorios (brazaletes, guantes) de señalización (retrorreflectantes, fluorescentes).

3. CONDICIONES QUE DEBEN REUNIR LOS EPI

Los equipos de protección individual proporcionarán una protección eficaz frente a los riesgos que motivan su uso, sin suponer por sí mismos u ocasionar riesgos adicionales ni molestias innecesarias. A tal fin deberán:

- Responder a las condiciones existentes en el lugar de trabajo.
- Tener en cuenta las condiciones anatómicas y fisiológicas y el estado de salud del trabajador.
- Adecuarse al portador, tras los ajustes necesarios.

Las condiciones en las que se va a utilizar el EPI dependen de las condiciones del lugar de trabajo, tales como temperatura (calor o frío), humedad ambiental, concentración de oxígeno, etc.

A las características que el EPI presente se deberán añadir aquéllas que por el lugar de trabajo puedan ocasionar riesgos añadidos. Así por ejemplo, en un ambiente caluroso y húmedo el EPI puede disminuir la sudoración e incrementar el riesgo de golpe de calor, por lo que será característica a considerar en el EPI el que facilite la transpiración del trabajador que lo utiliza.

En cuanto a las características anatómicas y fisiológicas del usuario deberán ser tenidas en cuenta para seleccionar aquellos EPI que satisfagan aspectos técnicos considerados y que mejor se adapten a las características personales del usuario. Un aspecto relevante en este

sentido y que puede ayudar mucho a la elección adecuada del EPI es la participación del propio usuario en la misma.

Algunos aspectos a considerar en este sentido son los siguientes:

- Que no ocasionen pérdidas significativas de facultades del usuario, como reducción de su capacidad visual, respiratoria, etc. Cuando esto no sea posible, deberá complementarse con otras medidas que compensen la eventual reducción.
- Considerar el peso y volumen de los EPI.

Un aspecto relevante de la eficacia de los EPI es la correcta adaptación del mismo a las características anatómicas del usuario.

En determinadas protecciones de las vías respiratorias y cuando la eficacia del equipo se fundamenta en muchas ocasiones en el correcto ajuste a la cara, no se deberá utilizar dicho equipo si existen circunstancias que anulan la estanqueidad, por ejemplo, con la barba, algún defecto facial, etc.

En caso de riesgos múltiples que exijan la utilización simultánea de varios equipos de protección individual, éstos deberán ser compatibles entre sí y mantener su eficacia en relación con el riesgo o riesgos correspondientes. Esto requerirá el análisis en conjunto, nunca por separado, de la utilización de los diferentes EPI, con el fin de garantizar su eficacia y que no genere riesgos añadidos.

En cualquier caso, los equipos de protección individual que se utilicen de acuerdo lo contenido en el Real Decreto 773/1997 y el resto de la reglamentación española, deberán reunir los requisitos establecidos en cualquier disposición legal o reglamentaria que les sea de aplicación, en particular en lo relativo a su diseño y fabricación.

Así pues, los EPI seleccionados deberán cumplir con la reglamentación que sobre comercialización (diseño y fabricación) les afecta, a fin de garantizar las exigencias técnicas que de los mismos se requieren. En este sentido es de aplicación todo lo dispuesto en la legislación Española vigente:

- Real Decreto 1407/1992, por el que se regulan las condiciones para la comercialización y libre circulación intracomunitaria de los equipos de protección individual. (El RD 1407/92 se aplicará a los EPI para fijar las condiciones de comercialización y de libre circulación intracomunitaria, así como las exigencias esenciales de sanidad y seguridad que deben cumplir para preservar la salud y garantizar la seguridad de los usuarios).

- Orden Ministerial de 16/05/1994, que modifica el anterior R.D. 1407/1992.
- Real Decreto 159/1995 de modificación del R.D. 1407/1992
- Orden Ministerial de 20/02/1997, modificación última del R.D. 1407/1992.

Que recogen lo fijado por la Directiva 89/686/CEE referente a la aproximación de la legislación de los Estados miembros de la Unión Europea, relativa a los equipos de protección individual.

En lo relativo a su diseño, fabricación y comercialización la aplicación de los mencionados textos legales comporta las siguientes consecuencias:

- Para poder ser comercializados en el seno de la Unión Europea, el fabricante de Equipos de Protección Individual ha de hacer que sus productos satisfagan una serie de requisitos que garanticen la seguridad y la salud del usuario. Dichos requisitos se denominan *«exigencias esenciales de salud y seguridad»*:

  a) Requisitos de alcance general aplicables a todos los EPI:
     1. Principios de concepción:
        1.1. Ergonomía.
        1.2. Grados y clases de protección.
     2. Inocuidad de los EPI:
        2.1. Ausencia de riesgos y demás factores de molestia.
        2.2. Materiales constitutivos adecuados.
        2.3. Superficie adecuada en todas las partes del EPI que estén en contacto con el usuario.
        2.4. Mínimos obstáculos posibles para el usuario.
     3. Factores de comodidad y eficacia.:
        3.1. Adaptación de los EPI a la morfología del usuario.
        3.2. Ligereza y solidez de fabricación.
        3.3. Necesaria compatibilidad entre los EPI que el usuario vaya a llevar al mismo tiempo.
        3.4. Folleto informativo del fabricante.
  b) Exigencias complementarias comunes a varios tipos o clases de EPI:
     1. EPI con sistema de ajuste.
     2. EPI que cubra las partes del cuerpo que haya que proteger.

3. EPI del rostro, de los ojos, de las vías respiratorias.
4. EPI expuestos al envejecimiento.
5. EPI que puedan ser enganchados durante su utilización.
6. EPI destinados a servicios en atmósferas potencialmente explosivas.
7. EPI que vayan a utilizarse en intervenciones rápidas o que tengan que ponerse y/o quitarse rápidamente.
8. EPI de intervención en situaciones muy peligrosas.
9. EPI con componentes que el usuario pueda ajustar o quitar y poner.
10. EPI que puedan conectarse a otro dispositivo, complementario y externo al EPI.
11. EPI con un sistema de circulación de fluido.
12. EPI que lleven una o varias marcas de identificación o de señalización referidas directa o indirectamente a salud y seguridad.
13. EPI vestimentarios adecuados para señalizar visualmente al usuario.
14. EPI multirriesgo.

c) Exigencias complementarias específicas de los riesgos que hay que prevenir.

1. Protección contra golpes mecánicos.
   1.1. Golpes resultantes de caídas o proyecciones de objetos e impactos de una parte del cuerpo contra un obstáculo.
   1.2. Caídas de personas (por resbalón y desde alturas).
   1.3. Vibraciones mecánicas.
2. Protección contra la compresión (estática) de una parte del cuerpo.
3. Protección contra agresiones físicas (rozamiento, pinchazos, cortes, mordeduras).
4. Prevención del ahogamiento (chalecos de seguridad, chalecos salvavidas y trajes de salvamento).
5. Protección contra los efectos nocivos del ruido.
6. Protección contra el calor y/o el fuego.
7. Protección contra el frío.
8. Protección contra descargas eléctricas.

9. Protección contra las radiaciones.
   9.1. Radiaciones no ionizantes.
   9.2. Radiaciones ionizantes:
      i) Protección contra la contaminación radiactiva externa.
      ii) Protección limitada contra la irradiación externa.
10. Protección contra sustancias peligrosas y agentes infecciosos.
   10.1. Protección respiratoria.
   10.2. Protección contra los contactos cutáneos u oculares.
11. Dispositivos de seguridad de equipos de inmersión.

- De cara a asegurar el cumplimiento de las «exigencias esenciales de salud y seguridad», los equipos se clasifican en tres categorías, siguiendo procedimientos diferentes para asegurar dicho cumplimiento, conforme se reseña a continuación:

I. Los equipos destinados a proteger contra riesgos mínimos se consideran de **Categoría I**. Son modelos de EPI en que, debido a su diseño sencillo, el usuario puede juzgar por sí mismo su eficacia contra riesgos mínimos, y cuyos efectos, cuando sean graduales, pueden ser percibidos a tiempo y sin peligro para el usuario.

Pertenecen a esta categoría, única y exclusivamente, los EPI que tengan por finalidad proteger al usuario de:

- Agresiones mecánicas cuyos efectos sean superficiales (guantes de jardinería, dedales, etc.).
- Los productos de mantenimiento poco nocivos cuyos efectos sean fácilmente reversibles (guante de protección contra soluciones detergentes diluidas, etc.).
- Los riesgos en que se incurran durante tareas de manipulación de piezas calientes que no expongan al usuario a temperaturas superiores a los 50 °C ni a choques peligrosos (guantes, delantales de uso profesional, etc.).

- Los agentes atmosféricos que no sean ni excepcionales ni extremos (gorros, ropa de temporada, zapatos y botas, etc.).
- Los pequeños choques y vibraciones que no afecten a las partes vitales del cuerpo y que no puedan provocar lesiones irreversibles (cascos ligeros de protección del cuero cabelludo, guantes, calzado ligero, etc.)
- La radiación solar (gafas de sol).

En este caso, el fabricante puede certificar directamente el cumplimiento de las exigencias esenciales de salud y seguridad, sin necesidad de someterlos a examen de tipo CE.

II. Los equipos destinados a proteger contra riesgos de grado medio o elevado, pero no de consecuencias mortales o irreversibles, se consideran de **Categoría II**. Dicho de otra manera, pertenecerán a esta categoría aquellos modelos de EPI que no reuniendo las condiciones de categoría I, no estén diseñados de la forma y para la magnitud de riesgo indicado en la categoría III. Previamente a certificar el cumplimiento de las exigencias, el fabricante debe someter un prototipo del equipo al control de una tercera parte con competencia en la materia (denominada *organismo notificado*), que mediante la realización de pruebas preestablecidas determina o no el cumplimiento de dichas exigencias. La superación de este control se denomina *superación del examen CE tipo* (el examen CE de tipo es el procedimiento mediante el que el organismo de control comprueba y certifica que el modelo tipo de EPI cumple las exigencias esenciales de seguridad requeridas).

III. Los equipos destinados a proteger contra riesgos de consecuencias mortales o irreversibles se clasificarán en la **Categoría III**. Son modelos de EPI de diseño complejo destinados a proteger al usuario de todo peligro mortal o que pueda dañar gravemente y de forma irreversible la salud, sin que se pueda descubrir a tiempo su efecto inmediato.

Pertenecen a esta categoría exclusivamente los equipos siguientes:

- Los equipos de protección respiratoria filtrantes que protejan contra los aerosoles sólidos y líquidos o contra los gases irritantes, peligrosos, tóxicos o radiotóxicos.

- Los equipos de protección respiratoria completamente aislantes de la atmósfera, incluidos los destinados a inmersión.
- Los EPI que sólo brinden una protección limitada en el tiempo contra agresiones químicas o contra las radiaciones ionizantes.
- Los equipos de intervención en ambientes cálidos, cuyos efectos sean comparables a los de una temperatura ambiente igual o superior a 100 °C, con o sin radiación de infrarrojos, llamas o grandes proyecciones de materiales de fusión.
- Los equipos de intervención en ambientes fríos, cuyos efectos sena comparables a los de una temperatura ambiental igual a –50 °C.
- Los EPI destinados a proteger contra caídas desde determinada altura.
- Los EPI destinados a proteger contra los riesgos eléctricos para los trabajos realizados bajo tensiones peligrosas o los que se utilicen como aislantes de alta tensión.

El proceso de certificación de las exigencias esenciales de salud y seguridad es análogo al descrito para los equipos de categoría II, pero en este caso el fabricante ha de someterse además a uno de los procedimientos de «aseguramiento de la calidad de su producción» descritos en el Real Decreto 1407/1992 (sistema de garantía de calidad CE del producto final o sistema de garantía de calidad CE de la producción con vigilancia). El control de este procedimiento de aseguramiento será igualmente llevado a cabo por un organismo notificado a la Unión Europea para ello.

Para cada una de las categorías y una vez asegurado el cumplimiento de las «exigencias esenciales de salud y seguridad», el fabricante está en condiciones de poner su producto en el mercado. Para ello, procederá en los siguientes términos:

- Elaborará una declaración en la que certifique que el EPI comercializado cumple lo dispuesto en el Real Decreto 773/1997 a fin de poder presentar a la administración competente (Declaración CE de Conformidad). La Declaración CE de Conformidad es el proceso mediante el cual el fabricante elabora una declaración

en la que certifica que el EPI comercializado cumple con lo dispuesto en la normativa vigente, a fin de poderla presentar al órgano competente de la Comunidad Autónoma.

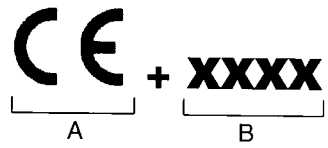
- Estampará en cada EPI y su embalaje de forma visible, legible e indeleble, durante el periodo de duración previsible de dicho EPI, *una marca* que signifique que su producto es conforme con las *exigencias esenciales de salud y seguridad: el Marcado CE.* Éste se compone de los siguientes elementos:
- Las siglas CE para los equipos de las categorías I y II.
- Las siglas CE seguidas de un número de cuatro dígitos para los equipos de categoría III. El número de cuatro dígitos es un código identificativo, en el ámbito de la Unión Europea, del organismo que lleva a cabo el control de procedimiento de aseguramiento de la calidad de la producción y que ha sido seleccionado por el fabricante.
- Suministrará conjuntamente con el equipo un folleto informativo, en el que se referenciarán y explicarán claramente los niveles de protección ofrecidos por el equipo, el mantenimiento y, en su caso, las sustituciones necesarias, etc. Este documento será de gran importancia de cara a seleccionar el equipo y desarrollar las tareas de mantenimiento durante la vida útil del mismo. Literalmente el Real Decreto 1407/1992 establece que este folleto será "entregado obligatoriamente por el fabricante con los EPI comercializados". Esto supone que, si los equipos se han adquirido en un lote para el que obligatoriamente ha de venir al menos un folleto, es responsabilidad del empresario, conforme a lo establecido en el Real Decreto 773/1997, fotocopiar este folleto y entregarlo con cada unidad de protección que se suministre a los trabajadores.

Cuando se compruebe que los EPI provistos del marcado CE y utilizados de acuerdo con su finalidad, pueden comprometer la seguridad de las personas, de los animales domésticos o de los bienes, se tomarán todas las medidas pertinentes para retirar tales EPI del mercado y prohibir su comercialización o su libre circulación. Cuando un EPI no conforme lleve el marcado CE, se adoptarán las medidas apropiadas contra el que haya colocado dicho marcado.

Así pues, no se debe adquirir ningún EPI que no cumpla con todas las condiciones mencionadas: marcado CE y folleto informativo (ver el siguiente cuadro).

ELEMENTOS OBLIGATORIOS A FACILITAR AL USUARIO

1. MARCADO "CE"



A = EPI categorías I y II

A + B = EPI categoría III

B= Código de cuatro dígitos identificativos, en el ámbito de la UE, del organismo que lleva a cabo el control del aseguramiento de la calidad de la producción.

2. FOLLETO INFORMATIVO

a) Instrucciones de almacenamiento, uso, limpieza, mantenimiento, revisión y desinfección.
b) Rendimientos técnicos alcanzados en los exámenes técnicos dirigidos a la verificación de los grados o clases de protección de los EPI.
c) Accesorios que se pueden utilizar con los EPI y características de las piezas de repuesto adecuadas.
d) Clase de protección adecuadas a los diferentes niveles de riesgo y límites de uso correspondientes.
e) Fecha o plazo de caducidad de los EPI o de alguno de sus componentes.
f) Tipo de embalaje adecuado para transportar los EPI.
g) Explicación de las marcas si las hubiere.
h) En su caso, las referencias de las disposiciones aplicadas para la estampación del marcado «CE», cuando al EPI le son aplicables, además, disposiciones referentes a otros aspectos y que conlleven la estampación del referido marcado.
i) Nombre, dirección y número de identificación de los organismos de control notificados que intervienen en la fase de diseño de los EPI.

El fabricante del EPI es responsable de que el producto proteja ante aquel riesgo para el cual fue diseñado. Aquellos fabricantes o comercializadores que pongan un marcado CE en un equipo y éste no cumpla con los requisitos mínimos de seguridad ante el riesgo para el cual fue diseñado y comercializado, tendrán la responsabilidad civil o penal en caso de accidentes de trabajo que se hayan producido por fallo del equipo individual.

4. ELECCIÓN DE LOS EPI

Para la elección de los equipos de protección individual, el empresario o el técnico designado por él para esta misión, deberá llevar a cabo las siguientes actuaciones:

a) Analizar y evaluar los riesgos existentes que no puedan evitarse o limitarse suficientemente por otros medios.
b) Definir las características que deberán reunir los equipos de protección individual para garantizar su función, teniendo en cuenta la naturaleza y magnitud de los riesgos de los que deban proteger, así como los factores adicionales de riesgo que puedan constituir los propios equipos de protección individual o su utilización.
c) Comparar las características de los equipos de protección individual existentes en el mercado con las definidas según lo señalado hasta aquí.

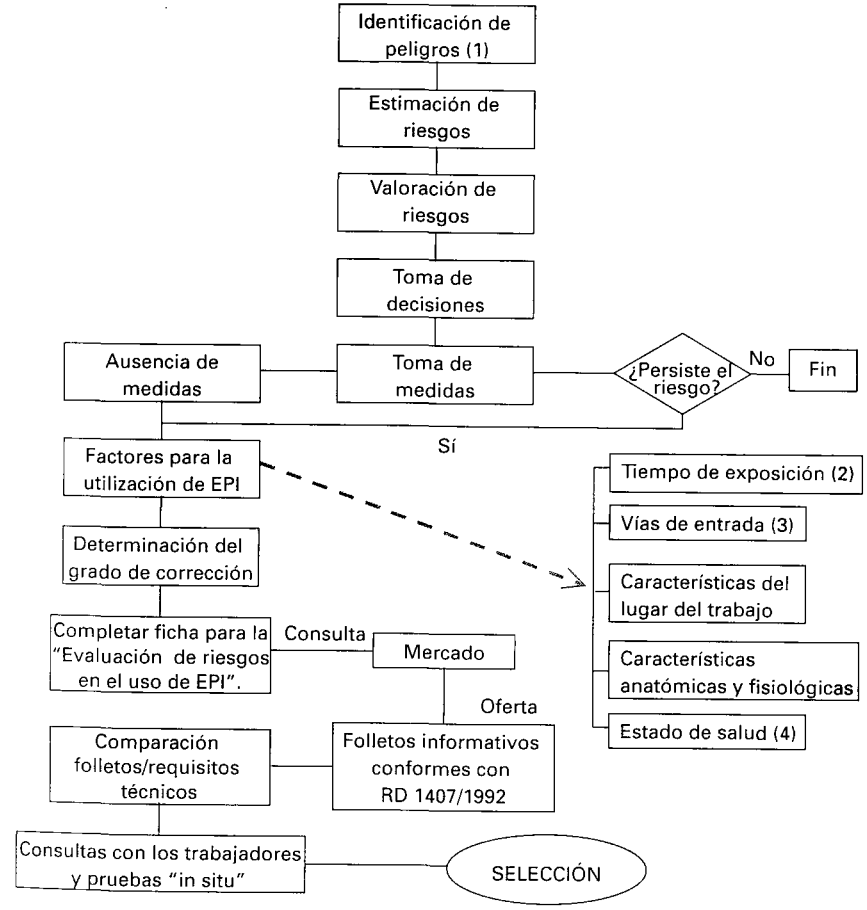
Las actuaciones que deberá llevar a cabo el empresario para la elección de los EPI se indican en el esquema de la página siguiente.

1. *Identificación de peligros*

Generalmente los peligros pueden tener su origen como consecuencia de la actividad realizada de alguna de las siguientes formas que se indican:

- Origen mecánico (cortes, proyecciones, golpes, caídas, etc.).
- Origen térmico (salpicaduras de metal fundido, llamas, chispas, quemaduras, etc.).
- Origen químico (polvo, humos, nieblas, gases y vapores).
- Origen físico (ruido, vibraciones, radiaciones ionizantes y no ionizantes, etc.).
- Origen biológico (hongos, virus, bacterias, etc.).

Una vez conocido el origen es necesario identificar el foco o los focos generadores de riesgo. Esta identificación es imprescindible para posteriormente elegir el EPI apropiado. Por ejemplo, en el caso de los contaminantes químicos, su protección viene determinada por el equipo con el filtro a utilizar frente al contaminante. No todos los EPI de una familia valen para todos los riesgos genéricos que identifican a



la familia. Otro ejemplo aclaratorio de esta necesidad es el relativo al uso de los guantes, ya que cuando éstos tratan de proteger frente a los agentes químicos deberán ser específicos para el agente en cuestión.

2. *Tiempo de exposición y forma de presentación del riesgo*

Conocer durante cuánto tiempo es preciso utilizar el EPI es un factor que es necesario considerar, con el objetivo de que el uso del EPI no sea generador de otros riesgos o molestias adicionales. En este sentido la propia reglamentación española (Real Decreto 773/1997) determina las condiciones en que un EPI debe ser utilizado, aspecto

este sobre el que se incidirá más adelante.

3. *Vías de entrada o partes del cuerpo a proteger*

Es necesario conocer en qué parte o partes del cuerpo incide el riesgo del que hay que proteger. Un ejemplo claro de esta circunstancia es el que se produce al considerar la protección frente a determinados productos químicos que son capaces de penetrar en el organismo por varias vías (p.ej.: digestiva y cutánea), las cuales habrá que proteger adecuadamente.

4. *Estado de salud*

Deberán considerarse los posibles efectos que pueden potenciar o generar los EPI debido al estado de salud del usuario, tales como problemas cardiovasculares, claustrofobia, etc.

5. TIPOS DE EPI

5.1. Cascos de protección para la industria

Un casco de protección para la industria es un elemento para cubrir la cabeza y primordialmente está destinado a proteger la parte superior de la misma contra objetos en caída. Como mínimo, estará compuesto de un armazón y un arnés (Figura 1).

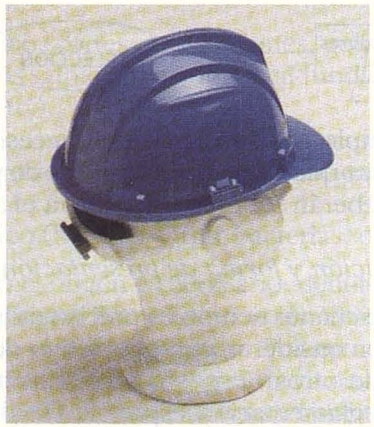


Figura 1

Respecto al marcado, deberá figurar:

- N.º de norma europea: EN 397.
- Nombre o marca identificativa del fabricante.
- Año y trimestre de fabricación.
- Modelo (debe marcarse tanto en el casco como en el arnés).
- Talla (debe marcarse tanto en el casco como en el arnés).
- Información adicional:

  — Debe fijarse una etiqueta a cada casco con las recomendaciones y/o advertencias proporcionadas de forma precisa y comprensible en el idioma del país de venta.
  — Cada casco llevará unas marcas moldeadas o impresas, o una etiqueta auto-adhesiva perdurable, que muestre los requisitos adicionales que cumple el mismo.

También debe acompañar a cada casco la siguiente información (proporcionada de forma precisa y comprensible) en el idioma del país de venta:

- Nombre y dirección del fabricante.
- Instrucciones y recomendaciones sobre almacenamiento, utilización, limpieza, mantenimiento, revisiones y desinfección.
- Detalles acerca de los accesorios disponibles y de los recambios apropiados.
- Significado de las exigencias opcionales que cumple y orientaciones respecto a los límites de utilización del casco, de acuerdo con los respectivos riesgos.
- Fecha límite de caducidad o período de caducidad del casco y de sus elementos.
- Detalles del tipo de empaquetado conveniente para el transporte del casco.

El siguiente cuadro muestra los principales factores a tener en cuenta para la elección y utilización de los cascos de protección para la industria:

CASCOS DE PROTECCIÓN PARA LA INDUSTRIA

Riesgos	Origen y forma de los riesgos	Factores que se deben tener en cuenta desde el punto de vista de la seguridad para la elección y utilización del equipo
RIESGOS QUE DEBEN CUBRIRSE		
Acciones mecánicas	– Caídas de objetos, choques. – Aplastamiento lateral. – Puntas de pistola para soldar plásticos.	– Capacidad de amortiguación de los choques. – Resistencia a la perforación. – Rigidez lateral. – Resistencia a los tiros.
Acciones eléctricas	– Baja tensión eléctrica.	– Aislamiento eléctrico.
Acciones térmicas	– Frío o calor. – Proyección de metal en fusión.	– Mantenimiento de las funciones de protección a bajas y altas temperaturas. – Resistencia a las proyecciones de metales en fusión.
Falta de visibilidad	– Percepción insuficiente.	– Color de señalización / retrorreflexión.
RIESGOS DEBIDOS AL EQUIPO		
Incomodidad y molestias al trabajar	– Insuficiente confort de uso.	– Concepción ergonómica. – Peso. – Altura a la que debe llevarse. – Adaptación a la cabeza. – Ventilación.

(*Continúa*)

CASCOS DE PROTECCIÓN PARA LA INDUSTRIA (*Continuación*)

Riesgos	Origen y forma de los riesgos	Factores que se deben tener en cuenta desde el punto de vista de la seguridad para la elección y utilización del equipo
Accidentes y peligros para la salud	– Mala compatibilidad. – Falta de higiene. – Mala estabilidad, caída del casco. – Contacto con llamas.	– Calidades de los materiales. – Facilidad de mantenimiento. – Mantenimiento del casco sobre la cabeza. – Incombustibilidad y resistencia a la llama.
Alteración de la función protectora debido al envejecimiento	– Intemperie, condiciones ambientales, limpieza, utilización.	– Resistencia del equipo a las agresiones industriales. – Mantenimiento de la función protectora durante toda la duración de vida del equipo.
RIESGOS DEBIDOS A LA UTILIZACIÓN DEL EQUIPO		
Eficacia protectora insuficiente	– Mala elección del equipo.	– Elección del equipo en función de la naturaleza y la importancia de los riesgos y condicionamientos industriales. – Respeto de las indicaciones del fabricante (instrucciones de uso).

(*Continúa*)

CASCOS DE PROTECCIÓN PARA LA INDUSTRIA (*Continuación*)

Riesgos	Origen y forma de los riesgos	Factores que se deben tener en cuenta desde el punto de vista de la seguridad para la elección y utilización del equipo
		– Respeto del marcado del equipo (ej.: clases de protección, marca correspondiente a una utilización específica). – Elección del equipo en relación con los factores individuales del usuario.
	– Mala utilización del equipo.	– Utilización apropiada del equipo y con conocimiento del riesgo. – Respeto de las indicaciones del fabricante.
	– Suciedad, desgaste o deterioro del equipo.	– Mantenimiento en buen estado. – Controles periódicos. – Sustitución oportuna. – Respeto de las indicaciones del fabricante.

Todos los cascos, incluidos los utilizados en la práctica de deportes, poseen como categoría de certificación II, salvo:

- Cascos diseñados y fabricados para permitir la intervención en ambientes calurosos de efectos comparables a los de una temperatura del aire igual o superior a 100 °C, con o sin radiación de infrarrojos, llamas o grandes proyecciones de materiales en fusión (III).

- Cascos diseñados y fabricados para proteger contra riesgos eléctricos (III).
- Gorros ligeros diseñados y fabricados para proteger el cuero cabelludo (I).
- Cascos diseñados y fabricados para ser utilizados en vehículos de motor de dos o tres ruedas, incluidos los de competición (0).
- Cascos diseñados y fabricados específicamente para las fuerzas armadas o de orden público (0).

* Nota: A aquellos EPI excluidos del campo de aplicación de la misma definición de EPI se les ha clasificado como de categoría 0, a estos efectos.

A continuación, el siguiente cuadro muestra una lista de las normas EN aplicables:

CASCOS DE PROTECCIÓN PARA LA INDUSTRIA

N.º de norma	Normativa EN aplicable
EN 397	Cascos de protección para la industria.

5.2.. Protectores oculares y faciales

En este apartado se incluyen los equipos utilizados con el fin de proteger al trabajador frente a riesgos que pueden afectarle tanto a los órganos de la visión como de la cara. En particular, la función de los protectores de los ojos consiste en proporcionar protección frente a impactos de distinta intensidad, radiaciones ópticas, metales fundidos y sólidos calientes, gotas y salpicaduras, polvo, gases, arcos eléctricos de cortocircuitos o cualquier combinación de estos riesgos, ya que pueden ser los causantes de accidentes laborales y enfermedades profesionales

La protección ocular puede llevarse a cabo tanto con gafas (que protegerían sólo la vista) como con pantallas faciales (que ampliarían la protección a la cara o a parte de ella).

Podemos encontrar diversos tipos de protectores oculares: gafas de montura universal (con o sin protecciones laterales), gafas de montura integral, pantalla facial, pantalla de soldadura de mano, pantalla de soldadura de cabeza,... Asimismo, los oculares pueden ser: minerales, minerales no securizados, orgánicos, laminados,...

- *Gafas de montura integral*: protectores de los ojos que encierran de manera estanca la región orbital y en contacto con el rostro (Figura 2).



Figura 2

- *Gafas de montura universal*: protectores de los ojos cuyos oculares están acoplados en una montura con patillas (con o sin protectores laterales) (Figura 3).



Figura 3

- *Pantalla de protección facial*: protector de los ojos que cubre la totalidad o una parte del rostro (Figura 4).



Figura 4

- *Pantalla facial integral*: protector de los ojos que, además de los ojos, cubren la cara, garganta y cuello, pudiendo ser llevados sobre la cabeza, bien directamente mediante un arnés de cabeza o con un casco protector (Figura 5).

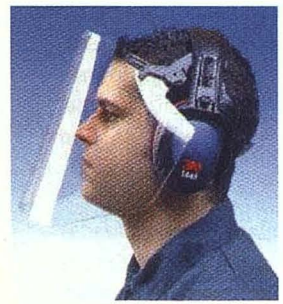


Figura 5

Para la protección de la vista frente a los diversos tipos de radiaciones a que pueden verse sometidos los trabajadores en el puesto de trabajo, se utilizan filtros. Un filtro es un ocular concebido para atenuar la intensidad de la radiación incidente, por lo general en una banda determinada de longitudes de onda.

- *Filtro de protección frente a la radiación infrarroja*: filtro destinado a la protección frente a la radiación infrarroja cercana. Se utiliza para la observación de cristal o metal fundidos, o de otras fuentes cualesquiera que emitan radiación térmica.
- *Filtro de protección frente a la radiación solar*: filtro destinado principalmente a proteger el ojo humano contra el deslumbramiento. Deben, no solamente absorber la radiación visible, sino también garantizar la protección de los ojos frente a las radiaciones infrarroja y ultravioleta, según determinados requisitos.
- *Filtro de protección frente a la radiación ultravioleta*: filtro utilizado en trabajos con fuentes de radiación ultravioleta, ya sean aplicaciones médicas, técnicas o científicas.
- *Filtro protector para la soldadura*: filtro que asegura una protección frente al deslumbramiento durante la soldadura y que atenúa las radiaciones infrarroja y ultravioleta, peligrosas para el ojo humano (Figura 6).

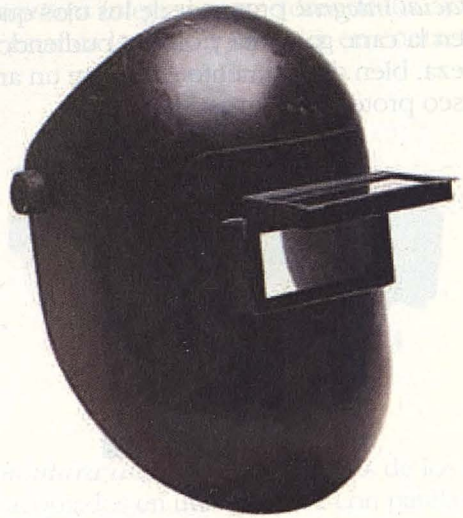


Figura 6

Al hablar de protección ocular hay que tener en consideración que, además de prevenir daños, se deberá mantener la función visual correctamente puesto que, de lo contrario, se provocarían otros riesgos como consecuencia del uso del EPI en cuestión. Así pues, debe hacerse compatible la protección con la visión. Además, debe seleccionarse el protector que cubriendo los riesgos, resulte más cómodo.

Los protectores oculares deben cumplir los requisitos establecidos por la norma EN 166, apartados 6.1, 6.2 y 7.1. Además, deberán satisfacer uno o más de los requisitos particulares establecidos en 7.2. Los requisitos opcionales se establecen en el apartado 7.3.

6.1. Construcción general.
6.2. Materiales.
7.1. Requisitos básicos.
  7.1.1. Dimensiones.
  7.1.2. Requisitos ópticos.
  7.1.3. Calidad de los materiales y las superficies.
  7.1.4. Resistencia.
  7.1.5. Resistencia al envejecimiento.
  7.1.6. Resistencia a la corrosión.
  7.1.7. Resistencia a la ignición.

7.2. Requisitos particulares.
  7.2.1. Protección frente a la radiación óptica.
  7.2.2. Protección frente a impactos de partículas a gran velocidad.
  7.2.3. Protección frente a los metales fundidos y sólidos calientes.
  7.2.4. Protección frente a las gotas y salpicaduras de líquidos.
  7.2.5. Protección frente a partículas de polvo gruesas.
  7.2.6. Protección frente a gases y partículas de polvo finas.
  7.2.7. Protección frente al arco eléctrico de cortocircuito.
7.3. Requisitos opcionales.
  7.3.1. Resistencia al deterioro superficial por partículas finas.
  7.3.2. Resistencia de los oculares al empañamiento.

Todos los protectores oculares y filtros poseen categoría de certificación II, salvo:

- Los filtros y protectores oculares diseñados y fabricados para permitir la intervención en ambientes calurosos de efectos comparables a los de una temperatura del aire igual o superior a 100 °C, con o sin radiación de infrarrojos, llamas o grandes proyecciones de materiales en fusión (III).
- Filtros o protectores oculares diseñados y fabricados para proteger contra las radiaciones ionizantes (III).
- Filtros o protectores oculares diseñados y fabricados para proteger contra el riesgo eléctrico (III).
- Gafas y caretas de natación y buceo (I).
- Filtros y protectores oculares diseñados y fabricados para proteger exclusivamente contra los efectos del sol; gafas de sol sin propiedades correctoras de la vista, para uso privado y profesional (I).
- Gafas protectoras de esquí de todos los tipos, salvo las gafas correctoras (I).
- Gafas correctoras, incluidas las gafas de sol correctoras (0).
  Advertencia: Si las gafas correctoras poseen otras características de protección además de las de protección contra los efectos del sol (por ejemplo, contra los golpes, etc.) se clasifican como equipos de protección individual de la categoría correspondiente a los riesgos considerados, única y exclusivamente en relación con esas características de protección.

- Viseras integradas en cascos diseñados y fabricados para utilizarse en vehículos de motor de dos o tres ruedas (0).

Y todos los equipos destinados a la protección parcial o total del rostro poseen categoría de certificación II, salvo:

- Equipos diseñados y fabricados para permitir la intervención en ambientes calurosos de efectos comparables a los de una temperatura del aire igual o superior a 100 °C, con o sin radiación de infrarrojos, llamas o grandes proyecciones de materiales en fusión (III).
- Equipos diseñados y fabricados para permitir la intervención en ambientes fríos de efectos comparables a los de una temperatura del aire igual o inferior a –50 °C (III).
- Equipos diseñados y fabricados para proteger contra el riesgo eléctrico (III).
- Viseras diseñadas y fabricadas para integrarse en cascos utilizados en vehículos de motor de dos o tres ruedas, incluso para competición (0).

El siguiente cuadro muestra los principales factores a tener en cuenta para la elección y utilización de los protectores de los ojos y la cara:

PROTECTORES DE LOS OJOS Y DE LA CARA

Riesgos	**Origen y forma de los riesgos**	**Factores que se deben tener en cuenta desde el punto de vista de la seguridad para la elección y utilización del equipo**
RIESGOS QUE DEBEN CUBRIRSE		
Acciones generales no específicas	– Molestias debidas a la utilización. – Penetración de cuerpos extraños de poca energía.	– Ocular con resistencia mecánica suficiente y un modo de rotura en esquirlas no peligroso. – Estanqueidad y resistencia.

(*Continúa*)

PROTECTORES DE LOS OJOS Y DE LA CARA

Riesgos	**Origen y forma de los riesgos**	**Factores que se deben tener en cuenta desde el punto de vista de la seguridad para la elección y utilización del equipo**
Acciones térmicas / mecánicas	– Partículas incandescentes a gran velocidad.	– Resistencia a los productos incandescentes o en fusión.
Acción del frío	– Hipotermia de los ojos.	– Estanqueidad en la cara.
Acción química	– Irritación causada por: • Gases. • Aerosoles. • Polvos. • Humos.	– Estanqueidad (protección lateral) y resistencia química.
Acción de las radiaciones	– Fuentes técnicas de radiaciones infrarrojas, visibles y ultravioletas, radiaciones ionizantes y radiación láser. – Radiación natural: luz de día.	– Características filtrantes del ocular. – Estanqueidad de la radiación de la montura. – Montura opaca a la radiación.
RIESGOS DEBIDOS AL EQUIPO		
Incomodidad y molestias al trabajar	– Insuficiente confort de uso: • Volumen demasiado grande. • Aumento de la transpiración. • Mantenimiento deficiente, demasiada presión de contacto.	– Diseño ergonómico: • Menor volumen. • Ventilación suficiente, ocular antivaho. • Adaptabilidad individual al usuario.

(*Continúa*)

PROTECTORES DE LOS OJOS Y DE LA CARA (*Continuación*)

Riesgos	Origen y forma de los riesgos	Factores que se deben tener en cuenta desde el punto de vista de la seguridad para la elección y utilización del equipo
Accidentes y peligros para la salud	– Mala compatibilidad. – Falta de higiene.	– Calidad de los materiales. – Facilidad de mantenimiento.
	– Riesgo de corte debido a la presencia de aristas cortantes.	– Aristas y bordes redondeados. – Utilización de oculares de seguridad.
	– Alteración de la visión debida a mala calidad óptica, como distorsión de las imágenes, modificación de los colores, en particular de las señales, difusión. – Reducción del campo visual. – Reflejos. – Cambio brusco e importante de transparencia (claro / oscuro). – Ocular empañado.	– Controlar la clase de calidad óptica. – Utilizar oculares resistentes a la abrasión. – Oculares de dimensiones suficientes. – Oculares y montura antirreflejos. – Velocidad de reacción de los oculares (fotocrómicos). – Equipo antivaho.
Alteración de la función protectora debido al envejecimiento	– Intemperie, condiciones ambientales, limpieza, utilización.	– Resistencia del protector a las agresiones industriales. – Mantenimiento de la función protectora durante toda la duración de utilización.

(*Continúa*)

PROTECTORES DE LOS OJOS Y DE LA CARA (*Continuación*)

Riesgos	Origen y forma de los riesgos	Factores que se deben tener en cuenta desde el punto de vista de la seguridad para la elección y utilización del equipo
RIESGOS DEBIDOS A LA UTILIZACIÓN DEL EQUIPO		
Eficacia protectora insuficiente	– Mala elección del equipo.	– Elección del equipo en función de la naturaleza y la importancia de los riesgos y condicionamientos industriales: • Respeto de las indicaciones del fabricante (instrucciones de uso). • Respeto del marcado del equipo (ej.: clases de protección, marca correspondiente a una utilización específica). – Elección del equipo en relación con los factores individuales del usuario.
	– Mala utilización del equipo.	– Utilización apropiada del equipo y con conocimiento del riesgo. – Respeto de las indicaciones del fabricante.

(*Continúa*)

PROTECTORES DE LOS OJOS Y DE LA CARA (*Continuación*)

Riesgos	Origen y forma de los riesgos	Factores que se deben tener en cuenta desde el punto de vista de la seguridad para la elección y utilización del equipo
	– Suciedad, desgaste o deterioro del equipo.	– Mantenimiento en buen estado. – Controles periódicos. – Sustitución oportuna. – Respeto de las indicaciones del fabricante.

A continuación, el siguiente cuadro muestra una lista de las normas EN aplicables:

PROTECCIÓN OCULAR

N.º de norma	Normativa EN aplicable
EN 165	Protección individual de los ojos. Vocabulario.
EN 166	Protección individual de los ojos. Requisitos.
EN 167	Protección individual de los ojos. Métodos de ensayo ópticos.
EN 168	Protección individual de los ojos. Métodos de ensayo no ópticos.
EN 169	Protección individual de los ojos. Filtros para soldadura y técnicas relacionadas.
EN 170	Protección individual de los ojos. Filtros para el ultravioleta.
EN 171	Protección individual de los ojos. Filtros para el infrarrojo.
EN 172	Protección individual de los ojos. Filtros de protección solar para uso laboral.

(*Continúa*)

PROTECCIÓN OCULAR (*Continuación*)

N.º de norma	Normativa EN aplicable
EN 207	Protección individual de los ojos. Filtros y gafas de protección contra la radiación láser.
EN 208	Protección individual de los ojos. Gafas de protección para los trabajos de ajuste de láser y sistemas de láser (gafas de ajuste láser).
EN 379	Especificaciones para los filtros de soldadura con factor de transmisión en el visible conmutable y filtros de soldadura con doble factor de transmisión en el visible.

Aplicación de los tipos de protectores de los ojos según los distintos campos de uso:

Campo de uso			Tipo de protector de los ojos		
Agentes		Símbolo	Gafas de montura universal	Gafas de montura integral	Pantallas faciales
Uso general		**Sin símbolo**	+	+	+
Radiación óptica		–	+	+	+
Partículas a gran velocidad	Impacto a baja energía	F	+	+	+
	Impacto a media energía	B	0	+	+
	Impacto a alta energía	A	0	0	+
Gotas de líquido		3	0	+	0
Salpicaduras de líquidos		3	0	0	+
Polvo grueso		4	0	+	0

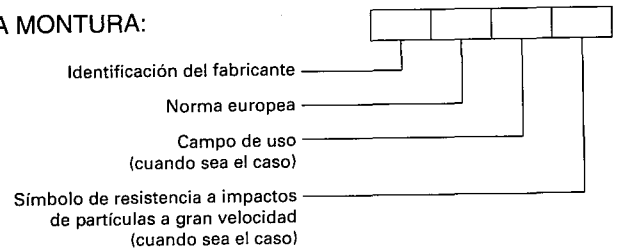
(*Continúa*)

Campo de uso		Tipo de protector de los ojos		
Agentes	**Símbolo**	**Gafas de montura universal**	**Gafas de montura integral**	**Pantallas faciales**
Gas y polvo fino	5	0	+	0
Arco eléctrico de cortocircuito	8	0	0	+
Metal fundido y sólidos calientes	9	0	+	+

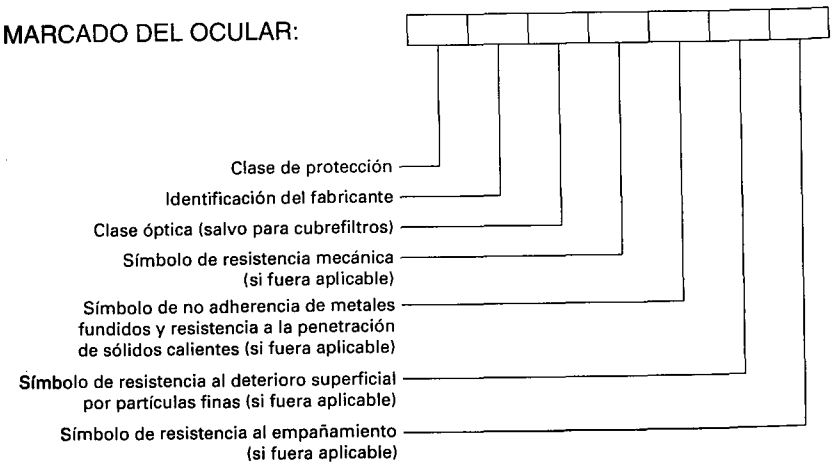
* Clave: + Uso permitido.
0 Uso prohibido.

El marcado debe comprender los datos siguientes y de la forma que se indica a continuación:

MARCADO DE LA MONTURA:



MARCADO DEL OCULAR:



Símbolos de campos de uso:

Símbolo	Designación	Descripción del campo de uso
Sin símbolo	Uso básico	Riesgos mecánicos no especificados y riesgos engendrados por la radiación UV, IR, solar y visible.
3	Líquidos	Líquidos (gotas o salpicaduras).
4	Partículas de polvo gruesas	Polvo con grosor de partícula > 5 μm.
5	Gas y partículas de polvo finas	Gas, vapores, gotas vaporizadas, humo y polvo con grosor de partícula < 5 μm.
8	Arco eléctrico de cortocircuito	Arco eléctrico causado por un cortocircuito en un equipo eléctrico.
9	Metal fundido y sólidos calientes	Salpicaduras de metal fundido y penetración de sólidos calientes.

Símbolos de identificación de la resistencia mecánica:

Símbolo	Exigencia relativa a la resistencia mecánica
Sin símbolo	Resistencia mecánica mínima.
S	Resistencia mecánica incrementada.
F	Impacto a baja energía.
B	Impacto a media energía.
A	Impacto a alta energía.

Información adicional para el usuario (junto con cada protector de los ojos, ocular y montura de repuesto, el fabricante debe proporcionar al menos los siguientes datos):

- Nombre y dirección del fabricante o mandatario.
- Número de esta norma y fecha de publicación.
- Número de identificación del modelo de protector.

- Instrucciones relativas al almacenamiento, uso y mantenimiento,
- Instrucciones específicas relativas a limpieza y desinfección.
- Detalles concernientes a los campos de uso, nivel de protección y prestaciones.
- Detalles relativos a los accesorios apropiados y piezas de recambio, así como instrucciones sobre el montaje.
- Significado del marcado sobre la montura y el ocular.
- Advertencia indicando que los oculares pertenecientes a la Clase Óptica 3 no deben ser utilizados durante largos períodos de tiempo.
- Advertencia indicando que los materiales que entren en contacto con la piel del usuario pueden provocar alergias en individuos sensibles.
- Advertencia indicando que conviene reemplazar los oculares rayados o estropeados.

5.3. Protectores auditivos

Elementos que atenúan los efectos del ruido en la audición con el fin de evitar daños en el aparato auditivo. Para llevar a cabo la elección de un protector auditivo, hay que tener en cuenta lo siguiente:

- Marca de certificación.
- Exigencias en materia de atenuación acústica.
- Comodidad del usuario.
- Ambiente de trabajo y actividad.
- Problemas de salud.
- Compatibilidad con otros equipos de protección de la cabeza.

Como precauciones de uso y mantenimiento, los protectores auditivos reutilizables (Figura 7) deben ser limpiados regularmente y mantenidos en buen estado para evitar irritaciones y cualquier otro problema referente a oídos y orejas.

La utilización de protección auditiva establecida en el RD 286/2010 indica que esta protección debe entregarse a los trabajadores que lo soliciten, cuando su puesto de trabajo esté sometido a un nivel continuo diario equivalente comprendido entre 80 y 85 dB(A) y/o 135 dB(C) de intensidad de pico, y será obligatoria a partir de 85 dB(A) y/o más de 137 dB(C) de intensidad de pico.



Figura 7

El siguiente cuadro muestra ciertos factores a tener en cuenta para la elección y utilización de los protectores auditivos:

PROTECTORES DEL OÍDO

Riesgos	Origen y forma de los riesgos	Factores que se deben tener en cuenta desde el punto de vista de la seguridad para la elección y utilización del equipo
RIESGOS QUE DEBEN CUBRIRSE		
Acción del ruido	– Ruido continuo. – Ruido repentino.	– Atenuación acústica suficiente para cada situación sonora.
Acciones térmicas	– Proyecciones de gotas de metal, ej.: al soldar.	– Resistencia a los productos fundidos o incandescentes.

(*Continúa*)

PROTECTORES DEL OÍDO (*Continuación*)

Riesgos	Origen y forma de los riesgos	Factores que se deben tener en cuenta desde el punto de vista de la seguridad para la elección y utilización del equipo
RIESGOS DEBIDOS AL EQUIPO		
Incomodidad y molestias al trabajar	– Insuficiente confort de uso: • Demasiado voluminoso. • Demasiada presión. • Aumento de la transpiración, insuficiente mantenimiento en posición.	– Diseño ergonómico: • Volumen. • Esfuerzo y presión de aplicación. • Adaptabilidad individual.
Limitación de la capacidad de comunicación acústica	– Deterioro de la inteligibilidad de la palabra, del reconocimiento de las señales, del reconocimiento de los ruidos informativos en relación con el trabajo, de la localización direccional.	– Variación de la atenuación con la frecuencia, reducción de las potencias acústicas. – Posibilidad de reemplazar los auriculares por tapones para los oídos. – Elección previa prueba auditiva. – Utilización de un protector electroacústico apropiado.
Accidentes y peligros para la salud	– Mala compatibilidad. – Falta de higiene. – Materiales inadaptados. – Aristas vivas.	– Calidades de los materiales. – Facilidad de mantenimiento,

(*Continúa*)

PROTECTORES DEL OÍDO (*Continuación*)

Riesgos	Origen y forma de los riesgos	Factores que se deben tener en cuenta desde el punto de vista de la seguridad para la elección y utilización del equipo
	– Enganchamiento del pelo. – Contacto con cuerpos incandescentes. – Contacto con la llama.	posibilidad de sustitución de las orejeras por auriculares, utilización de tapones desechables para los oídos. – Limitación del diámetro de las fibras minerales de los tapones para los oídos. – Aristas y ángulos redondeados. – Eliminación de los elementos que puedan producir pellizcos. – Resistencia a la combustión y a la fusión. – Ininflamabilidad, resistencia a la llama.
Alteración de la función protectora debida al envejecimiento	– Intemperie, condiciones ambientales, limpieza, utilización.	– Resistencia del equipo a las agresiones industriales. – Mantenimiento de la función protectora durante toda la duración de vida del equipo.

(*Continúa*)

PROTECTORES DEL OÍDO (*Continuación*)

Riesgos	Origen y forma de los riesgos	Factores que se deben tener en cuenta desde el punto de vista de la seguridad para la elección y utilización del equipo
RIESGOS DEBIDOS A LA UTILIZACIÓN DEL EQUIPO		
Eficacia protectora insuficiente	– Mala elección del equipo.	– Elección del equipo en función de la naturaleza y la importancia de los riesgos y condicionamientos industriales: • Respeto de las indicaciones del fabricante (instrucciones de uso). • Respeto del marcado del equipo (ej.: clases de protección, marca correspondiente a una utilización específica). • Elección del equipo en relación con los factores individuales del usuario.
	– Mala utilización del equipo.	– Utilización apropiada del equipo y con conocimiento del riesgo. – Respeto de las indicaciones del fabricante.

(*Continúa*)

PROTECTORES DEL OÍDO (*Continuación*)

Riesgos	Origen y forma de los riesgos	Factores que se deben tener en cuenta desde el punto de vista de la seguridad para la elección y utilización del equipo
	– Suciedad, desgaste o deterioro del equipo.	– Mantenimiento en buen estado. – Controles periódicos. – Sustitución oportuna. – Respeto de las indicaciones del fabricante.

Todos los equipos que protejan el oído (colocados en el oído o sobre la oreja) poseen categoría de certificación II.

Los diferentes protectores auditivos se pueden clasificar en:

1. Orejeras.
2. Tapones.
3. Tipos especiales.

1. OREJERAS

Un orejera es un protector individual contra el ruido compuesto por un casquete diseñado para ser presionado contra cada pabellón auricular, o por un casquete circumaural previsto para ser presionado contra la cabeza englobando al pabellón auricular y se adaptan por medio de almohadillas. Normalmente, se forran con un materia que absorbe el sonido. Los casquetes pueden ser presionados contra la cabeza por medio de un arnés especial de cabeza o de cuello. Las orejeras con arnés de cabeza, arnés de nuca y arnés bajo la barbilla están diseñadas para ser llevadas con un arnés que pase respectivamente por encima de la cabeza, por detrás de la cabeza y por debajo de la barbilla. Las orejeras universales pueden ser llevadas de cualquiera de estas diferentes maneras.

Respecto al marcado, debería figurar lo siguiente:

- Nombre, marca comercial u otra identificación del fabricante.
- Denominación del modelo.
- Si la orejera debe colocarse atendiendo a una determinada orientación, una indicación de la parte de DELANTE y/o de la parte SUPERIOR de los casquetes y/o una indicación del casquete DERECHO y del IZQUIERDO.
- N.º de norma europea: EN 352-1:2002.

Asimismo, se debe proporcionar la siguiente información destinada al usuario (además de la información de marcado):

- Descripción del tipo de arnés y de las almohadillas.
- Método para la regulación y ajuste.
- Notas, recomendaciones y advertencias.
- Valores de atenuación acústica para cada forma de colocación.
- Método para la limpieza y desinfección.
- Condiciones recomendables para su almacenamiento antes y después de usarse.
- Masa de la orejera.
- Dirección a que puede dirigirse el usuario para obtener datos suplementarios.
- *Orejeras acopladas a cascos industriales de seguridad*: Casquetes individuales unidos a unos brazos fijados a un casco de seguridad industrial y que son regulables de manera que puedan colocarse sobre las orejas cuando se quiera (Figura 8).



Figura 8

Marcado:

- Nombre, marca comercial u otra identificación del fabricante.
- Denominación del modelo.
- Si la orejera debe colocarse atendiendo a una determinada orientación, una indicación de la parte de DELANTE y/o de la parte SUPERIOR de los casquetes y/o una indicación del casquete DERECHO y del IZQUIERDO.
- N.º de norma europea: EN 352-3:2002.

También debe proporcionarse la siguiente información destinada al usuario (además de la información de marcado):

- Descripción del tipo de almohadillas.
- Los fabricantes y los modelos de designación de los cascos de seguridad en cuya combinación estas orejeras han satisfecho los ensayos previstos para su certificación.
- Método de acoplamiento y ajuste.
- Notas, recomendaciones y advertencias.
- Valores de atenuación acústica.
- Método para la limpieza y desinfección.
- Condiciones recomendables para su almacenamiento antes y después de usarse.
- Dirección a que puede dirigirse el usuario para obtener datos suplementarios (Figura 9).

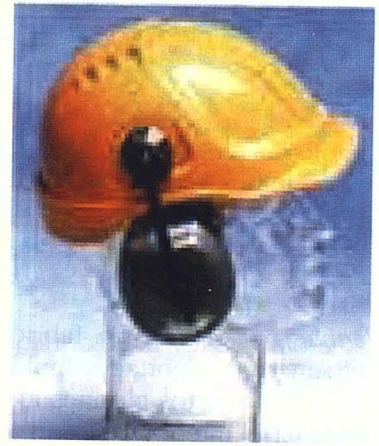


Figura 9

2. TAPONES

Protectores contra el ruido llevado en el interior del conducto auditivo externo (aural) o en la entrada del conducto auditivo externo (semi-aural).

Los tapones se clasifican en dos categorías:

a) Desechables (un solo uso).
b) Reutilizables (más de un uso).

Por otro lado, los hay premoldeados, moldeables por el usuario, personalizados,... Y también podemos encontrar tapones auditivos unidos por un arnés.

- *Tapones premoldeados*: pueden ser insertados en el canal auditivo inmediatamente, sin necesidad de darles forma previamente. Están hechos normalmente de guata mineral, silicona, goma o plásticos blandos. Pueden suministrarse en varias tallas (Figura 10).

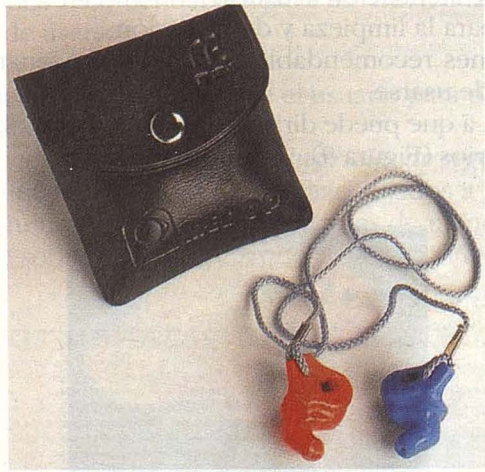


Figura 10

- *Tapones moldeables por el usuario*: fabricados con materiales que pueden comprimirse y que el portador moldea antes de introducirlos en su conducto auditivo. Estos tapones a menudo se dilatan y forman un tapón estanco en el interior de los canales auditivos (Figura 11).



Figura 11

- *Tapones personalizados*: están generalmente fabricados en material plástico moldeado para adaptarlos a la forma del conducto auditivo del usuario.

- *Tapones unidos por un arnés*: están fabricados generalmente en silicona, caucho o materias plásticas flexibles y se hallan suspendidos de un arnés. Se introducen en el canal auditivo o bien se colocan a la entrada del mismo para producir el mismo efecto de un tampón estanco.

Marcado (el embalaje o estuche debe ir marcado con los siguientes datos):

- Nombre, marca comercial o identificación del fabricante.
- N.º de la norma: EN 352-2:2002.
- Denominación del modelo.
- El hecho de que los tapones auditivos sean desechables o no.
- Instrucciones relativas a la correcta colocación y uso.
- Talla nominal de los tapones auditivos (salvo para los tapones moldeados personalizados y los tapones semi-aurales).

Información destinada al usuario (además de la información relativa al marcado):

- Descripción del tipo de arnés de unión.
- Gama de tallas disponible por el fabricante.
- Advertencias de uso, colocación y conservación.
- Método de limpieza.
- Condiciones para el almacenamiento.

- Masa de los tapones auditivos (sólo para los tapones unidos por un arnés).
- Dirección para obtener datos suplementarios.

3. TIPOS ESPECIALES

- *Protectores dependientes del nivel*: están concebidos para proporcionar una protección que se incremente a medida que el nivel sonoro aumenta.

- *Protectores para la reducción activa del ruido (protectores ANR)*: incorporan circuitos electroacústicos destinados a suprimir parcialmente el sonido de entrada a fin de mejorar la protección del usuario.

- *Orejeras de comunicación*: las orejeras asociadas a equipos de comunicación necesitan el uso de un sistema aéreo o por cable a través del cual puedan transmitirse señales, alarmas, mensajes o programas de entretenimiento.

- *Cascos anti-ruidos*: recubren la oreja así como una gran parte de la cabeza. Permiten reducir además la transmisión de ondas acústicas aéreas a la cavidad craneana disminuyendo así la conducción ósea del sonido al oído interno.

A continuación, el siguiente cuadro muestra una lista de las normas EN aplicables:

PROTECTORES AUDITIVOS

N.º de norma	Normativa EN aplicable
EN 352-1	Protectores auditivos. Requisitos de seguridad y ensayos. Parte 1. Orejeras.
EN 352-2	Protectores auditivos. Requisitos de seguridad y ensayos. Parte 2. Tapones.
EN 352-3	Protectores auditivos. Requisitos de seguridad y ensayos. Parte 3. Orejeras unidas a cascos industriales de seguridad.
EN 458	Protectores auditivos. Recomendaciones relativas a la selección, uso, precauciones de empleo y mantenimiento.

5.4. Protección de las vías respiratorias

Cada tipo de contaminante o mezcla de ellos requiere la utilización de un equipo de protección respiratoria (EPR) adecuado. Hay que tener presente que cada EPR ha sido diseñado para ser usado en un determinado tipo de aplicación.

Los componentes principales de un programa de protección respiratoria deberían ser:

a) Planificación del programa y designación de responsabilidades.
b) Identificación de los contaminantes y evaluación de su efecto sobre la salud.
c) Designación de las áreas de protección respiratoria obligatoria.
d) Selección del respirador.
e) Entrenamiento en el uso y ajuste del respirador.
f) Inspección, mantenimiento y almacenaje.
g) Control del programa y evaluación de resultados.

Todo programa de protección respiratoria ha de tener por objetivo la reducción de la exposición de los trabajadores a riesgos ocasionados por polvos, nieblas, humos, gases y vapores. Allí donde sea posible, deberán eliminarse estos riesgos mediante sistemas de protección colectiva (ventilación, aislamientos, sustitución de los materiales por otros de menor riesgo,...). Y cuando los controles de ingeniería no sean efectivos o aplicables, se deberá recurrir a equipos de protección respiratoria.

Centrándose en aquellos contaminantes aerotransportados susceptibles de ser inhalados por el trabajador en el ambiente de trabajo, podemos diferenciar los siguientes tipos:

- Polvos: aquellas partículas sólidas originadas al trocear, moler, golpear, etc. materiales sólidos. Son las partículas de mayor tamaño.
- Nieblas: partículas líquidas que quedan en suspensión en operaciones de atomización o aplicaciones con spray. Al tener menos tamaño que las partículas de polvo, permanecen mayor tiempo en el ambiente. Normalmente suelen estar constituidas por mezcla de contaminantes.
- Humos: aquellas partículas sólidas que surgen por el calentamiento de un metal y el posterior enfriamiento brusco de las partículas de metal que pasaron a fase vapor. Por su tamaño son las que implican mayor riesgo.

- Gases: sustancias que, por su punto de vaporización, son gas a temperatura ambiente.
- Vapores: fase gaseosa producida por la evaporación de un sólido o un líquido.

Además, es necesario tener presente la operación que se está llevando a cabo, dado que en una misma aplicación puede presentarse una mezcla de varios de estos riesgos. Otros factores que se deben tener en cuenta al evaluar el riesgo son: concentración (siempre deben realizarse mediciones ambientales), el tiempo de exposición, toxicidad del compuesto, actividad que se desarrolla y la propia sensibilidad individual. Cada tipo de contaminante o mezcla de ellos requiere el uso de un EPR adecuado. Es por ello que un determinado filtro de partículas, por ejemplo, no proteja frente a gases.

El siguiente cuadro muestra ciertos factores a tener en cuenta para la elección y utilización de los protectores de las vías respiratorias:

PROTECTORES DE LAS VÍAS RESPIRATORIAS

Riesgos	**Origen y forma de los riesgos**	**Factores que se deben tener en cuenta desde el punto de vista de la seguridad para la elección y utilización del equipo**
RIESGOS QUE DEBEN CUBRIRSE		
Acciones de sustancias peligrosas contenidas en el aire respirable	– Contaminantes atmosféricos en forma de partículas (polvos, humos, aerosoles).	– Filtros de partículas de eficacia apropiada (clase de filtración) a la concentración, a la toxicidad / nocividad para la salud y al espectro granulométrico de las partículas. – Merecen especial atención las partículas líquidas (gotitas, nieblas).

(*Continúa*)

PROTECTORES DE LAS VÍAS RESPIRATORIAS (*Continuación*)

Riesgos	**Origen y forma de los riesgos**	**Factores que se deben tener en cuenta desde el punto de vista de la seguridad para la elección y utilización del equipo**
RIESGOS QUE DEBEN CUBRIRSE		
	– Contaminantes en forma de gases y vapores.	– Elección de los tipos de filtro antigás apropiados y de las clases en función de las concentraciones, la toxicidad / nocividad para la salud, la duración de la utilización prevista y las dificultades del trabajo.
	– Contaminantes en forma de aerosoles de partículas y de gases.	– Elección de las combinaciones apropiadas de filtros análoga a la de los filtros frente a las partículas y los filtros antigás.
Falta de oxígeno en el aire respirable	– Retención de oxígeno. – Descenso del oxígeno.	– Garantía de alimentación de aire respirable del equipo. – Respeto de la capacidad de suministro de aire respirable del equipo en relación con el tiempo de intervención.

(*Continúa*)

PROTECTORES DE LAS VÍAS RESPIRATORIAS (*Continuación*)

Riesgos	Origen y forma de los riesgos	Factores que se deben tener en cuenta desde el punto de vista de la seguridad para la elección y utilización del equipo
RIESGOS DEBIDOS AL EQUIPO		
Incomodidad y molestias al trabajar	– Insuficiente confort de uso: • Tamaño. • Volumen. • Alimentaciones. • Resistencia respiratoria • Microclima bajo la máscara. • Utilización.	– Diseño ergonómico: • Adaptabilidad. • Volumen escaso, buen reparto de los volúmenes. • Libertad de movimientos para la cabeza. • Resistencia respiratoria y sobrepresión en la zona respiratoria. • Aparato con válvulas, ventilación asistida. • Manipulación / utilización sencillas.
Accidentes y peligros para la salud	– Mala compatibilidad. – Falta de higiene. – No estanqueidad (fuga). – Enriquecimiento en CO^2 del aire inspirado. – Contacto con las llamas, chispas o proyecciones de metales en fusión. – Reducción del campo visual. – Contaminación	– Calidad de los materiales. – Facilidad de mantenimiento y desinfección. – Apoyo estanco de la pieza facial sobre la cara del portador; estanqueidad del equipo. – Equipo provisto de válvulas respiratorias, según el caso, con ventilación asistida o absorbedores de CO^2.

(*Continúa*)

PROTECTORES DE LAS VÍAS RESPIRATORIAS (*Continuación*)

Riesgos	Origen y forma de los riesgos	Factores que se deben tener en cuenta desde el punto de vista de la seguridad para la elección y utilización del equipo
		– Utilización de materiales ininflamables. – Amplitud suficiente del campo visual. – Resistencia, aptitud para la descontaminación.
Alteración de la función protectora debida al envejecimiento	– Intemperie, condiciones ambientales, limpieza, utilización.	– Resistencia del equipo a las agresiones industriales. – Mantenimiento de la función protectora durante toda la duración de vida del equipo.
RIESGOS DEBIDOS A LA UTILIZACIÓN DEL EQUIPO		
Eficacia protectora insuficiente	– Mala elección del equipo.	– Elección del equipo en función de la naturaleza y la importancia de los riesgos y condicionamientos industriales: • Respeto de las indicaciones del fabricante (instrucciones de uso). • Respeto del marcado del equipo

(*Continúa*)

PROTECTORES DE LAS VÍAS RESPIRATORIAS (*Continuación*)

Riesgos	Origen y forma de los riesgos	Factores que se deben tener en cuenta desde el punto de vista de la seguridad para la elección y utilización del equipo
		(ej.: clases de protección, marca correspondiente a una utilización específica). • Respeto de los límites de uso y de los plazos de utilización; en caso de concentraciones demasiado fuertes o falta de oxígeno, se utilizarán equipos aislantes en vez de equipos filtrantes. – Elección del equipo en función de los factores individuales del usuario y de la posibilidad de adaptación.
	– Mala utilización del equipo.	– Utilización apropiada del equipo y con conocimiento del riesgo. – Respeto de las normas de uso, de las informaciones y de las instrucciones del fabricante, de los organismos de seguridad y de los laboratorios de ensayo.

(*Continúa*)

PROTECTORES DE LAS VÍAS RESPIRATORIAS (*Continuación*)

Riesgos	Origen y forma de los riesgos	Factores que se deben tener en cuenta desde el punto de vista de la seguridad para la elección y utilización del equipo
	– Suciedad, desgaste o deterioro del equipo.	– Mantenimiento en buen estado. – Controles periódicos. – Respeto de la duración de utilización. – Sustitución oportuna. – Respeto de las indicaciones del fabricante, así como de las normas de seguridad.

Todos los equipos destinados a la protección respiratoria tienen categoría III salvo:

- Los equipos de protección respiratoria diseñados y fabricados específicamente para las fuerzas armadas o de orden público (0).
- Mascarillas higiénicas de uso clínico (0).
- Mascarillas de confort sin función protectora (0).

Todos los trabajadores incluidos en el programa de protección respiratoria deben ser instruidos en el correcto uso, ajuste y mantenimiento del EPR. El entrenamiento en el uso debe recoger datos tales como para qué contaminantes es eficaz el respirador y para cuáles no, cuáles son sus limitaciones y cuándo se ha acabado la vida útil del respirador. En filtros mecánicos, la saturación del filtro se traduce en que la respiración a través del respirador se vuelve difícil y se nota un aumento de la resistencia a la hora de respirar. En estos casos, debe desecharse el respirador o cambiar los filtros, según sea el caso. En filtros químicos, la saturación se alcanza cuando los vapores o gases se hacen perceptibles, se detectan trazas de olor o sabor. Por lo tanto, los respiradores de carbón activo sólo deben utilizarse cuando los gases o vapores a filtra puedan detectarse antes de que se llegue al VLA (Valor Límite Ambiental.

La eficacia del respirador depende de la eficacia del medio filtrante y del perfecto ajuste a la cara. Por lo tanto, el usuario debe ser adiestrado en la correcta colocación y comprobación de ajuste del respirador. Los fabricantes deben proporcionar instrucciones de colocación en sus envases y formar en la comprobación del ajuste correcto del respirador. Existen pruebas de ajuste de presión positiva y/o negativa que debe realizar el usuario cada vez que se coloque el equipo. El respirador deberá utilizarse durante todo el tiempo que el trabajador esté expuesto.

Respecto al mantenimiento del equipo, decir que deberían ser guardados cuando no se utilizaran en recipientes herméticos, a ser posible. También deberían revisarse periódicamente elementos tales como las válvulas. Las piezas faciales deberán lavarse cuidadosamente y se deberán reemplazar aquellas partes que hayan sido dañadas. Los equipos que sean especialmente complejos deberán ser revisados por personal entrenado.

Hay dos métodos diferentes que permiten asegurar una protección respiratoria individual contra las atmósferas contaminantes:

- Purificando el aire (dispositivos filtrantes) (Figura 12).
- Proporcionando aire u oxígeno a partir de una fuente no contaminada (aparatos respiratorios).



Figura 12

En un equipo filtrante el aire inhalado pasa a través de un filtro que retiene las impurezas. Los equipos filtrantes pueden ser no asistidos o asistidos por un ventilador. Los filtros contra partículas se clasifican en: filtros de baja eficacia, media y alta. Los filtros de media y alta eficacia se subdividen en función de sus posibilidades de eliminar las partículas sólidas y líquidas o las partículas sólidas únicamente. Los filtros antigás se clasifican en: filtros de baja capacidad, media y alta.

Por otro lado, un aparato respiratorio es un equipo de protección respiratoria que permite a su usuario respirar independientemente de la atmósfera ambiente.

Los adaptador faciales pueden ser máscaras, mascarillas, boquillas, mascarillas autofiltrantes, cascos y capuces. Las blusas y trajes pueden servir para el mismo uso.

Clasificación de los equipos de protección respiratoria:

1. Equipos filtrantes:
   - 1.1. Contra partículas:
     - 1.1.1. Filtro contra partículas + adaptador facial.
     - 1.1.2. Mascarilla autofiltrante contra partículas.
   - 1.2. Contra gases y vapores:
     - 1.2.1. Filtro antigás + adaptador facial.
     - 1.2.2. Mascarilla autofiltrante contra gases y vapores.
   - 1.3. Contra partículas, gases y vapores:
     - 1.3.1. Filtro mixto + adaptador facial.
     - 1.3.2. Mascarilla autofiltrante mixta.
2. Equipos respiratorios:
   - 2.1. Equipos no autónomos:
     - 2.1.1. Equipos de aire fresco:
       - 2.1.1.1. No asistido.
       - 2.1.1.2. De asistencia manual.
       - 2.1.1.3. De asistencia a motor.
     - 2.1.2. Equipos de línea de aire comprimido:
       - 2.1.2.1. Tipo a flujo continuo.
       - 2.1.2.2. Tipo de demanda de vacío.
       - 2.1.2.3. Tipo a demanda de presión positiva.

2.2. Equipos autónomos:

2.2.1. Circuito abierto:

2.2.1.1. De aire comprimido, tipo a demanda de vacío.

2.2.1.2. De aire comprimido, tipo a demanda de presión positiva.

2.2.2. Circuito cerrado:

2.2.2.1. De oxígeno comprimido.

2.2.2.2. De oxígeno líquido.

2.2.2.3. De generación de oxígeno.

EQUIPOS:

- *Mascarillas autofiltrantes contra partículas*

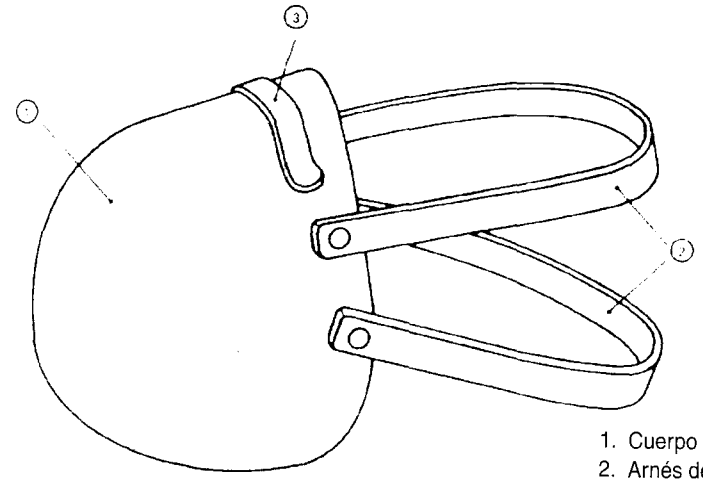
Cubren la nariz, la boca y de modo general, el mentón. Compuestas total o parcialmente de material filtrante o bien, constan de una conexión respiratoria en la cual el o los filtros principales constituyen una parte inseparable del equipo, mientras que el prefiltro puede cambiarse.

Podemos encontrar mascarillas con válvulas de exhalación, con válvula de inhalación, con filtros inseparables del equipo o con otras características adicionales.

CLASE	PROTECCIÓN CONTRA	LÍMITES DE USO
FFP1	Aerosoles sólidos y de base acuosa.	Hasta 4 veces el VLA.
FFP2S	Aerosoles sólidos y de base acuosa.	Hasta 12 veces el VLA.
FFP2SL	Aerosoles sólidos y de base aceite.	Hasta 12 veces el VLA.
FFP3S	Aerosoles sólidos y de base acuosa.	Hasta 50 veces el VLA.
FFP3SL	Aerosoles sólidos y de base aceite.	Hasta 50 veces el VLA.

* VLA: Valor Límite Ambiental.

Los colores de este tipo de mascarillas no representan ningún significado en cuanto a sus prestaciones. El fabricante deberá marcar tanto el envase como la mascarilla y se adjuntarán las correspondientes instrucciones de uso.



1. Cuerpo de la mascarilla.
2. Arnés de cabeza.
3. Adaptador de nariz.

Mascarilla autofiltrante (EN 134).

- *Mascarillas autofiltrantes para gases y vapores*

Cubren la nariz y la boca, y posiblemente la barbilla. Tienen válvulas de inhalación y de exhalación. Consisten en un material filtrante entera o sustancialmente o bien, constan de un adaptador facial del que forman parte inseparable unos filtros contra gases y vapores.

También podemos encontrar mascarillas con adaptadores faciales con filtros irreemplazables, con filtros integrados de partículas, con filtros reemplazables para partículas y con filtros combinados para gases y vapores.

De acuerdo con su capacidad y aplicación, se clasifican en tipos y clases (1, baja capacidad y 2, media capacidad):

Tipo	Color	Protección contra
FFA	Marrón	Vapores orgánicos con punto de ebullición superior a 65 °C, según indicación del fabricante.
FFB	Gris	Gases orgánicos, según indicación del fabricante.
FFE	Amarillo	Dióxido de azufre y otros gases ácidos, según indicación del fabricante.
FFK	Verde	Amoniaco y sus derivados orgánicos, según indicación del fabricante.
FFAX	Marrón	Compuestos orgánicos de bajo punto de ebullición, según indicación del fabricante.
FFSX	—	Vapores y gases específicos.

El fabricante deberá marcar tanto el empaquetado como la mascarilla y se adjuntarán las correspondientes instrucciones de uso.

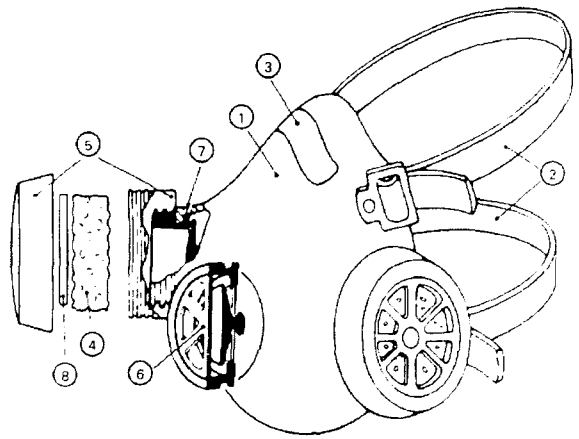
- *Filtros contra partículas*

Se clasifican de acuerdo con su eficacia filtrante en tres clases: P1, P2 y P3. Los filtros P1 se usan sólo contra partículas sólidas y los filtros P2 y P3 se subdividen de acuerdo con su capacidad para eliminar a la vez partículas sólidas y líquidas o sólidas únicamente. La protección suministrada por un filtro P2 ó P3 asegura también la protección dada por filtros de las clases inferiores correspondientes. El fabricante deberá marcar tanto las cápsulas de los filtros como los envases que contengan filtros no encapsulados y se adjuntarán las correspondientes instrucciones de uso.

- *Filtros contra gases y filtros mixtos*

Los filtros contra gases eliminan vapores y gases especificados mientras que los filtros mixtos eliminan partículas líquidas y/o sólidas además de los gases especificados. De acuerdo con su aplicación y capacidad

de protección, los filtros contra gases y los mixtos, se clasifican en tipos y clases. Así, podemos encontrar filtros de tipos A, B, E , K y especiales (NO-P3 y Hg-P3) y clases 1 (de baja capacidad), 2 (de capacidad media) y 3 (elevada capacidad). Los filtros especiales no se clasifican.



1. Cuerpo de máscara o mascarilla.
2. Arnés de cabeza.
3. Adaptador de nariz.
4. Filtro.
5. Portafiltro.
6. Válvula de exhalación.
7. Válvula de inhalación.
8. Prefiltro.

Adaptador facial y filtro (EN 134).

MARCADO DE LOS FILTROS

Tipo	Clase	Código de color
A	1, 2 ó 3	Marrón
B	1, 2 ó 3	Gris
E	1, 2 ó 3	Amarillo
K	1, 2 ó 3	Verde
P	1, 2 ó 3	Blanco
NO-P3	Combinaciones de ellos	Azul-blanco
Hg-P3	Combinaciones de ellos	Rojo-blanco

En el marcado de todos los filtros deberá aparecer (además de otros datos del fabricante y del producto) el tipo, la clase y el color correspondiente. Asimismo, se adjuntarán las instrucciones de uso.

- *Filtros AX para gases y filtros combinados contra compuestos orgánicos de bajo punto de ebullición (≤ 65 °C)*

Son clasificados en un solo tipo y clase: AX. Si presentan protección contra partículas, se clasifican de acuerdo a su eficiencia en la filtración de partículas en AXP1, AXP2 y AXP3.

Tipo	Código de color
AX	Marrón
AXP1 - AXP2 - AXP3	Marrón - blanco

Un filtro combinado es aquél que elimina gases y vapores de tipos o grupos diferentes. El fabricante deberá marcar todos los filtros y se adjuntarán las correspondientes instrucciones de uso.

- *Filtros especiales SX contra compuestos nombrados específicamente de bajo punto de ebullición*

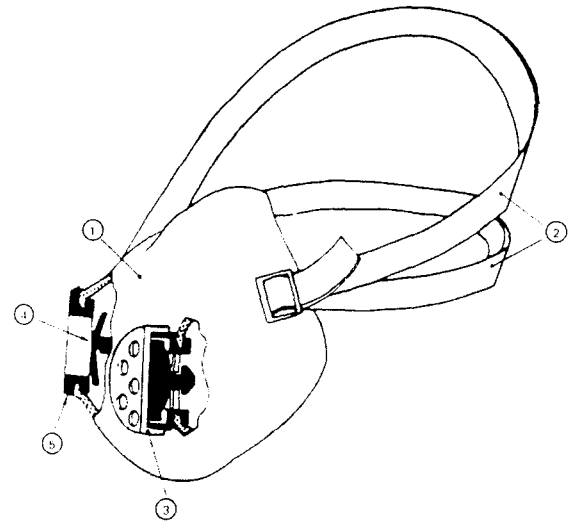
Se clasifican en un solo tipo y clase: SX. Si presentan protección contra partículas, se clasifican de acuerdo a su eficiencia en la filtración de partículas en SXP1, SXP2 y SXP3.

Tipo	Código de color
SX	Violeta
SXP1 – SXP2 – SXP3	Violeta - blanco

El fabricante deberá marcar todos los filtros y se adjuntarán las correspondientes instrucciones de uso.

- *Mascarillas*

Una mascarilla (media máscara) es una adaptador facial que cubre la nariz, la boca y el mentón. Una mascarilla (cuarto de máscara) es un adaptador facial que cubre únicamente la nariz y la boca. Están destinadas a asegurar una adecuada estanqueidad con la cara del usuario de un equipo de protección respiratoria frente a la atmósfera ambiental, tanto con la piel seca o húmeda como cuando se mueve la cabeza. El aire penetra en el adaptador facial y llega directamente a la región de la nariz y la boca. El aire exhalado es expulsado directamente al medio ambiente a través de una o varias válvulas de exhalación o por cualquier otro medio apropiado.El fabricante deberá acompañar todas las unidades del correspondiente marcado y las instrucciones de uso.

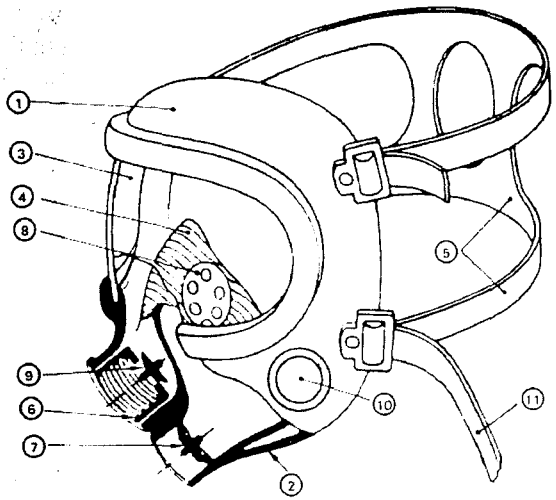


1. Cuerpo de la mascarilla.
2. Arnés de cabeza.
3. Válvula de exhalación.
4. Válvula de inhalación.
5. Pieza de conexión o portafiltro.

Mascarilla (EN 134).

- *Máscaras*

Un máscara es un adaptador facial que cubre ojos, nariz, boca y barbilla y proporciona al usuario del EPR la adecuada hermeticidad. El aire penetra en la máscara a través de los conectores de la máscara y pasa directamente a la zona de la boca y nariz o vía el visor de la máscara. El aire exhalado volverá al aparato respiratorio a través del conector (equipos de circuito cerrado, respiración pendular) o directamente a la atmósfera, vía válvula de exhalación, o mediante otros medios apropiados en otros tipos de equipos. El fabricante deberá acompañar todas las unidades del correspondiente marcado y las instrucciones de uso.



1. Cuerpo de la máscara.
2. Borde de estanqueidad.
3. Visor.
4. Mascarilla interior.
5. Arnés de cabeza.
6. Pieza de conexión o poltafiltro.
7. Válvula de exhalación.
8. Válvula de aireación del visor.
9. Válvula de inhalación.
10. Membrana fónica.
11. Cinta de transporte.

Máscara (EN 134).

- *Máscaras para usos especiales*

Se trata de máscaras destinadas a la lucha contra incendios y a la explotación minera.

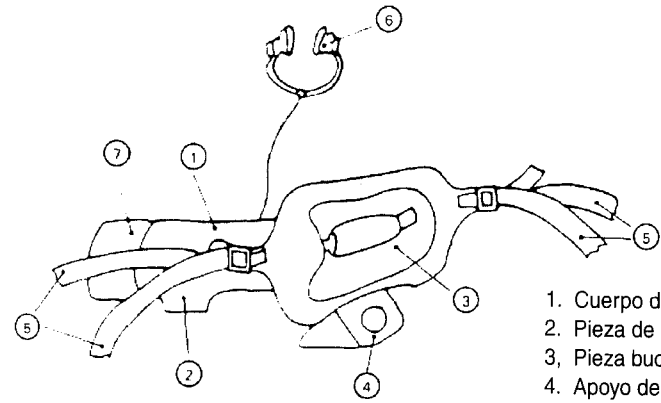
- *Boquillas*

Una boquilla es un adaptador facial sujetado por los dientes y que asegura la estanqueidad al nivel de los labios y a través del cual el aire es inhalado y exhalado mientras que la nariz queda cerrada mediante una pinza. No es un EPR precisando acoplarse a un filtro o a un sistema generador de aire respirable.

El aire penetra en la boquilla y llega directamente a la boca. El aire exhalado es expulsado ya sea a través del conector en los equipos respiratorios aislantes (equipos de circuito cerrado, respiración pendular), ya sea a la atmósfera ambiental, por válvula de exhalación en otros tipos de equipos de protección.

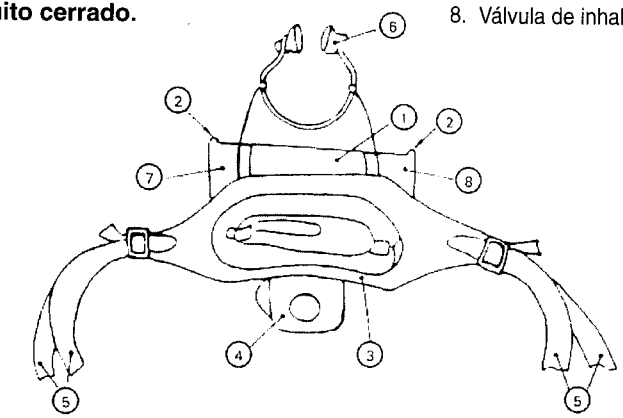
El fabricante deberá acompañar todas las unidades del correspondiente marcado y las instrucciones de uso.

Para dispositivos filtrantes y equipos respiratorios de circuito abierto.



1. Cuerpo de la boquilla.
2. Pieza de conexión o portafiltro.
3, Pieza bucal.
4. Apoyo de barbilla.
5. Arnés de cabeza.
6. Pinza nasal.
7. Válvula de exhalación.
8. Válvula de inhalación.

Para equipos respiratorios de circuito cerrado.



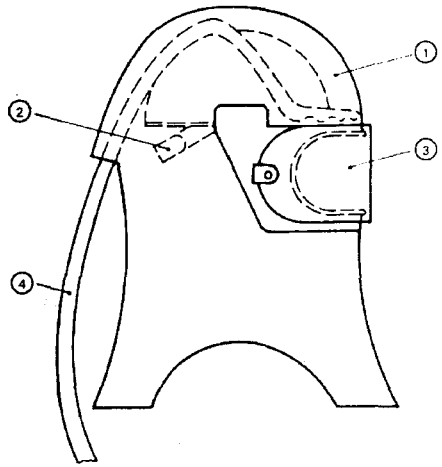
Boquillas (EN 134).

- *Dispositivos filtrantes contra partículas de ventilación asistida con casco o capuz*

Un dispositivo filtrante de partículas asistido por energía que incorpora casco o capucha es un dispositivo dependiente del aire ambiental y brinda protección contra los aerosoles sólidos o sólidos y líquidos de tensión de vapor y descomposición despreciables. Consiste en un casco

o capucha con un elemento que cubre como mínimo la cara (ojos, nariz, boca y mentón), un ventilador motorizado y uno o más filtros de partículas. Dicho ventilador proporciona un flujo de aire filtrado al usuario. El aire en exceso de la demanda del usuario es descargado a través de las válvulas de exhalación u otras salidas según el diseño. El caudal mínimo previsto por el fabricante es el flujo fijado por el fabricante por encima del cual se alcanzan los requisitos de la clase. A este respecto, se clasifican y designan en función de la pérdida total máxima.

El fabricante deberá llevar a cabo el correspondiente marcado así como aportará las instrucciones de uso pertinentes.



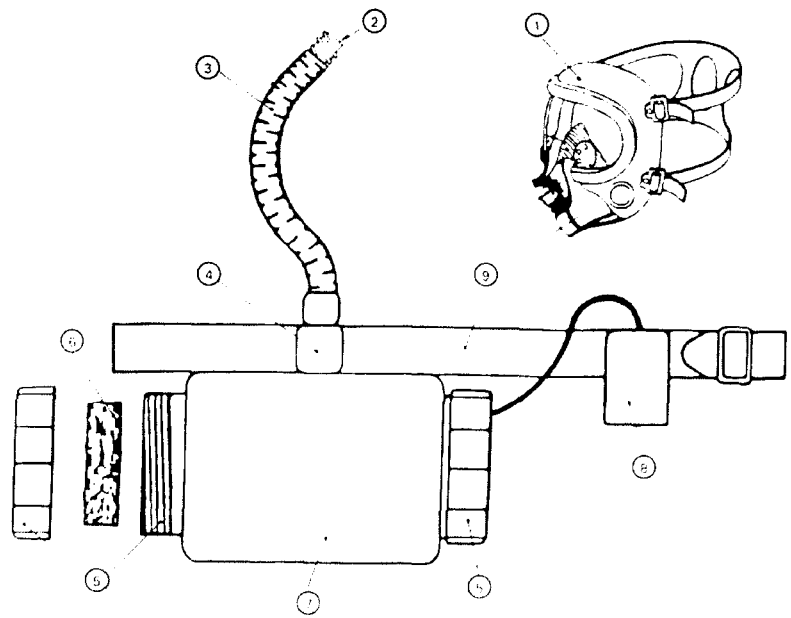
1. Capuz.
2. Arnés de cabeza.
3. Visor.
4. Manguera suministradora de aire.

Capuz (EN 134).

- *Dispositivos filtrantes contra partículas de ventilación asistida con máscara o mascarilla*

Un dispositivo de filtración de partículas asistido por energía que incorpore máscaras o mascarillas es un dispositivo dependiente del aire ambiental que brinda protección contra los aerosoles sólidos o sólidos y líquidos de volatilidad y descomposición despreciable. Consta de una máscara, semimáscara o mascarilla, un equipo de ventilación asistida y un filtro o paquete de filtros. Se clasifican y designan en función de la pérdida total máxima.

El fabricante deberá llevar a cabo el correspondiente marcado así como aportará las instrucciones de uso pertinentes.



1. Adaptador facial.
2. Pieza de conexión.
3. Tubo de respiración.
4. Acoplamiento.
5. Portafiltro.
6. Filtro.
7. Ventilador.
8. Batería.
9. Cinturón o correa de transporte.

Equipo filtrante de ventilación asistida (EN 134).

- *EPR con manguera de aire fresco provistos de máscara, mascarilla o boquilla*

El equipo de protección respiratoria aislante con manguera de aire fresco utilizado con máscara, mascarilla o conjunto boquilla, no es un equipo autónomo, siendo el aire respirable aportado por una fuente de aire con o sin asistencia de dispositivo motorizado. Se clasifican en función de la robustez de su construcción. Podemos encontrarlos sin asistencia, con asistencia manual y con asistencia motorizada.

El fabricante deberá marcar adecuadamente tanto el equipo como la manguera y deberá proporcionar el folleto informativo correspondiente.

- *EPR con manguera de aire comprimido provistos de máscara, mascarilla o boquilla*

Es un equipo no autónomo y con el cual el usuario se alimenta de aire respirable, mediante un tubo de línea de aire comprimido, a partir de una fuente de aire respirable a un presión máxima de 10 bares. Se dividen en dos tipos: de flujo continuo y a demanda. Estos últimos se dividen a su vez en otros dos tipos: sin presión positiva y con presión positiva.

El fabricante deberá marcar adecuadamente todos los modelos y deberá proporcionar el folleto informativo correspondiente.

- *EPR con manguera de aire fresco asistidos con capuz*

Es un equipo de protección respiratoria aislante, con manguera de aire fresco, asistido con ventilador o provisto de capuz. No es un equipo autónomo y el aire respirable se aprovisiona a partir de una fuente de aire con la asistencia de una alimentación de aire motorizada. Se clasifican en función de la robustez de su construcción. Permite al usuario alimentarse de aire respirable que pasa por una manguera de suministro a baja presión y de un tubo de respiración por medio de un suministro motorizado de aire. El aire exhalado y el excedente de aire escapan al ambiente.

El fabricante deberá marcar adecuadamente todos los modelos y deberá proporcionar el folleto informativo correspondiente.

- *EPR aislantes con línea de aire comprimido asistida con capuz*

Es un equipo no autónomo provisto de capuz y que permite al usuario alimentarse de aire respirable, mediante un tubo de línea de aire comprimido a partir de una fuente a una presión máxima de 10 bares. Permite al usuario del equipo alimentarse de aire respirable a un flujo continuo hacia un capuz apropiado con la ayuda de un tubo de respiración. El equipo puede incluir una válvula de regulación de flujo continuo que puede ser llevada por el usuario. El aire exhalado y el excedente de aire escapan al ambiente. Un tubo de suministro de aire une al usuario con una fuente de aire comprimido respirable.

El fabricante deberá marcar adecuadamente todos los modelos y deberá proporcionar el folleto informativo correspondiente.

- *EPR aislantes con línea de aire comprimido o con manguera de aire fresco de ventilación asistida con capuz para uso en operaciones de proyección de abrasivos*

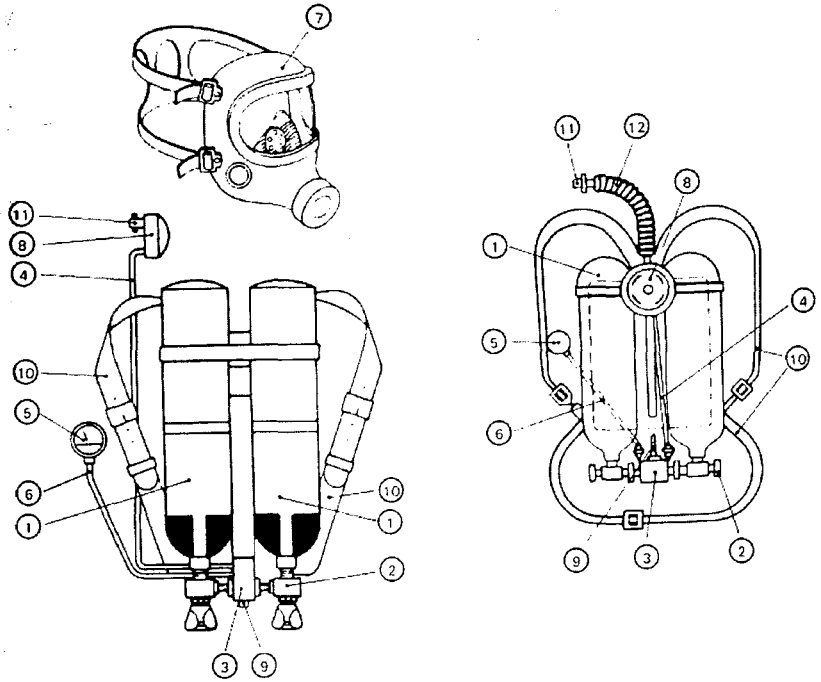
Este EPR incorpora capuz de protección provisto de un ocular resistente al choque y una blusa que cubra los hombros y la parte superior del pecho. El usuario se alimenta de una fuente de aire que no transporta. El aire respirable es aportado por un tubo de aire comprimido alimentado por una fuente con presión máxima de 10 bares o suministrado por un tubo de aire fresco asistido por un dispositivo motorizado.

El fabricante deberá marcar adecuadamente todos los modelos y deberá proporcionar el folleto informativo correspondiente.

- *EPR autónomo de circuito abierto de aire comprimido*

Es un equipo respiratorio autónomo que posee una fuente portátil de aire comprimido y que es independiente de la atmósfera ambiente. La abreviatura para equipo respiratorio autónomo de circuito abierto es ERACA. Los equipos respiratorios de aire comprimido están diseñados y construidos de manera que permitan al portador la respiración a demanda del aire que proviene de una botella de alta presión y que pasa por un reductor de presión y una válvula a demanda, o bien al adaptador facial por una válvula a demanda. El aire exhalado pasa sin reciclaje desde el adaptador facial a la atmósfera ambiente a través de una válvula de exhalación. Estos equipos se clasifican de acuerdo con el volumen de aire que contienen a una presión absoluta de 1 bar y a una temperatura de 20 °C.

El fabricante deberá marcar adecuadamente todos los modelos y deberá proporcionar el folleto informativo correspondiente.



1. Botella de aire comprimido.
2. Llave de botella.
3. Reductor de presión.
4. Tubo de suministro de aire comprimido, presión media.
5. Manómetro.
6. Tubo del manómetro.
7. Adaptador facial.
8. Válvula a demanda.
9. Dispositivo de aviso.
10. Arnés del cuerpo.
11. Pieza de conexión.
12. Tubo de respiración.

Equipo respiratorio de circuito abierto de aire comprimido. Tipo a demanda. (EN 134)

- *EPR autónomos de circuito cerrado de oxígeno comprimido*

Es un equipo respiratorio en el que se reutiliza el aire exhalado por el usuario eliminando el CO_2 y adicionando O_2 en cantidades adecuadas para conseguir aire respirable. Se clasifican por su duración nominal.

El fabricante deberá marcar adecuadamente todos los modelos y deberá proporcionar el folleto informativo correspondiente.

- *Dispositivos filtrantes con capucha para evacuación de incendios*

Diseñados para proteger a los individuos de la materia particulada (humos y polvo), del monóxido de carbono y de otros gases tóxicos producidos por el fuego para escape de la zona afectada por el incendio dependiente del medio ambiente. En situaciones de incendio cuya concentración de oxígeno sea inferior al 17% no se utilizará este equipo.

Se clasifican en dos clases:

— *M*: aquéllos que están diseñados para que los lleve la persona.
— *S*: aquéllos que están diseñados para almacenarse.

El fabricante deberá marcar adecuadamente la capucha filtrante de humos o al menos su embalaje y deberá proporcionar el folleto informativo correspondiente.

- *Filtros para evacuación. Filtros autorrescatadores contra incendios*

Un equipo de evacuación con filtro es un equipo de protección respiratoria filtrante dentro de un embalaje apropiado utilizado individualmente y concebido para proteger a su usuario contra el monóxido de carbono. Depende de la atmósfera ambiental y no asegura protección alguna contra las atmósferas que presenten falta de oxígeno (menos del 17%). El equipo filtrante se compone de un conjunto de boquilla con un filtro. El conjunto de boquilla del equipo filtrante está directa o indirectamente conectado al filtro.

El equipo debe llevar el correspondiente marcado y las instrucciones de uso.

- *EPR para evacuación autónomo de circuito cerrado con oxígeno comprimido*

Los equipos de evacuación de oxígeno comprimido se diseñan y fabrican de forma que el aire exhalado en la respiración es extraído desde el adaptador facial a un circuito que contiene un cartucho de regeneración y una bolsa respiratoria donde queda almacenado para su posible reutilización. El cartucho de regeneración de CO_2 contiene productos químicos que absorben el dióxido de carbono exhalado. Se

alimenta el circuito de oxígeno en un punto apropiado mediante un dispositivo a flujo continuo o una válvula a demanda de la respiración o bien por una combinación idónea de los dos. El flujo de gas puede ser del tipo pendular o de bucle y el exceso de gas es expulsado mediante una válvula de seguridad.

Los equipos de evacuación de oxígeno comprimido se clasifican de acuerdo con la duración nominal del mismo.

El equipo debe llevar el correspondiente marcado y las instrucciones de uso.

- *EPR para evacuación autónomo de circuito cerrado con oxígeno químico (KO_2)*

Un equipo de evacuación de oxígeno químico (KO_2) está diseñado y construido de manera que el aire respirado se exhale a través de la pieza facial al circuito que contiene un contenedor de sustancias químicas que absorbe tanto el dióxido de carbono exhalado como la humedad y libera oxígeno, y también a una bolsa respiratoria donde queda disponible para volver a ser respirado. El flujo de gas puede ser de tipo péndulo o de tipo bucle y el exceso de gas se expele a través de una válvula de seguridad.

Los equipos de evacuación de oxígeno químico (KO_2) se clasifican de acuerdo con la duración nominal.

El equipo debe llevar el correspondiente marcado y las instrucciones de uso.

- *EPR para evacuación autónomo de circuito abierto y aire comprimido provisto de máscara o boquilla*

Es un equipo de protección respiratoria, independientemente del aire del entorno y que incluye una fuente portátil de aire comprimido. Están diseñados y construidos para permitir que el usuario respire, cuando así lo requiera, aire procedente de un contenedor o contenedores de aire comprimido a alta presión, ya sea a través de un reductor de presión y de una válvula de demanda controlada por los pulmones o de una válvula de demanda controlada por los pulmones conectada a la pieza facial. El aire exhalado pasa sin recirculación de la pieza facial al aire del entorno a través de la válvula de exhalación.

Los equipos de evacuación de aire comprimido se clasifican de acuerdo con la duración nominal del mismo.

El equipo debe llevar el correspondiente marcado y las instrucciones de uso.

A continuación, el siguiente cuadro muestra una lista de las normas EN aplicables:

EQUIPOS DE PROTECCIÓN RESPIRATORIA

N.º de norma	Normativa EN aplicable
EN 132	Equipos de protección respiratoria. Definiciones.
EN 133	Equipos de protección respiratoria. Clasificación.
EN 134	Equipos de protección respiratoria. Nomenclatura de los componentes.
EN 135	Equipos de protección respiratoria. Lista de términos equivalentes.
EN 136	Equipos de protección respiratoria. Máscaras. Requisitos, ensayos, marcado.
EN 136-10	Equipos de protección respiratoria. Máscaras para utilizaciones particulares. Requisitos, ensayos, marcado.
EN 137	Equipos de protección respiratoria. Equipos de protección respiratoria autónomos de circuito abierto de aire comprimido. Requisitos, ensayos, marcado.
EN 138	Equipos de protección respiratoria. Equipos de protección respiratoria con manguera de aire fresco provistos de máscara, mascarilla, o conjunto boquilla. Requisitos, ensayos, marcado.
EN 139	Equipos de protección respiratoria. Equipos de protección respiratoria con manguera de aire comprimido provistos de máscara, mascarilla, o conjunto boquilla. Requisitos, ensayos, marcado.
EN 140	Equipos de protección respiratoria. Mascarillas. Requisitos, ensayos, marcado.

(*Continúa*)

EQUIPOS DE PROTECCIÓN RESPIRATORIA (*Continuación*)

N.º de norma	Normativa EN aplicable
EN 141	Equipos de protección respiratoria. Boquillas. Requisitos, ensayos, marcado.
EN 142	Equipos de protección respiratoria. Filtros contra gases y filtros mixtos. Requisitos, ensayos, marcado.
EN 143	Equipos de protección respiratoria. Filtros contra partículas. Requisitos, ensayos, marcado.
EN 144-1	Equipos de protección respiratoria. Válvulas para botella de gas. Conexiones roscadas para boquillas.
EN 145	Equipos de protección respiratoria. Equipos autónomos de circuito cerrado de oxígeno comprimido. Requisitos, ensayos, marcado.
EN 145-2	Equipos de protección respiratoria. Equipos de protección respiratoria autónomos de circuito cerrado de oxígeno comprimido para uso particular. Requisitos, ensayos, marcado.
EN 146	Equipos de protección respiratoria. Dispositivos filtrantes contra partículas de ventilación asistida que incorporan cascos o capuchas. Requisitos, ensayos, marcado.
EN 147	Equipos de protección respiratoria. Dispositivos filtrantes contra partículas de ventilación asistida que incorporan máscara, semimáscara o mascarilla. Requisitos, ensayos, marcado.
EN 148-1	Rosca para adaptadores faciales. Conexión por rosca normalizada.
EN 148-2	Rosca para adaptadores faciales. Conexión por rosca central.
EN 148-3	Rosca para adaptadores faciales. Conexión por rosca M 45x3.
EN 149	Equipos de protección respiratoria. Mascarillas autofiltrantes para partículas. Requisitos, ensayos, marcado.
EN 250	Equipos de protección respiratoria. Equipos respiratorios autónomos de buceo, de aire comprimido. Requisitos, ensayos, marcado.
EN 269	Equipos de protección respiratoria. Equipos de protección respiratoria con manguera de aire fresco asistidos con capuz. Requisitos, ensayos, marcado.

(*Continúa*)

EQUIPOS DE PROTECCIÓN RESPIRATORIA (*Continuación*)

N.º de norma	Normativa EN aplicable
EN 270	Equipos de protección respiratoria. Equipos de protección respiratoria con línea de aire comprimido con capuz incorporado. Requisitos, ensayos, marcado.
EN 271	Equipos de protección respiratoria. Equipos de protección respiratoria aislantes con línea de aire comprimido o con manguera de aire fresco de ventilación asistida con capuz utilizados para las operaciones de proyección de abrasivos. Requisitos, ensayos, marcado.
EN 371	Equipos de protección respiratoria. Filtros especiales AX para gases y filtros combinados contra compuestos orgánicos de bajo punto de ebullición. Requisitos, ensayos, marcado.
EN 372	Equipos de protección respiratoria. Filtros especiales SX para gases y filtros combinados contra compuestos nombrados específicamente de bajo punto de ebullición. Requisitos, ensayos, marcado.
EN 400	Equipos de protección respiratoria para evacuación. Equipos de protección respiratoria de circuito cerrado. Equipos de evacuación de oxígeno comprimido. Requisitos, ensayos, marcado.
EN 401	Equipos de protección respiratoria para evacuación. Equipos respiratorios autónomos de circuito cerrado. Equipos de evaluación de oxígeno químico (KO_2). Requisitos, ensayos, marcado.
EN 402	Equipos de protección respiratoria para evacuación. Equipos respiratorios autónomos de circuito abierto y aire comprimido provistos de máscaras o boquillas. Requisitos, ensayos, marcado.
EN 403	Equipos de protección respiratoria para evacuación. Dispositivos filtrantes con capuz para la evacuación en incendios. Requisitos, ensayos, marcado.
EN 404	Equipos de protección respiratoria. Filtros para evacuación. Requisitos, ensayos, marcado.
EN 405	Equipos de protección respiratoria. Mascarillas autofiltrantes con válvulas para proteger de los gases o de los gases y las partículas. Requisitos, ensayos, marcado.

5.5. Guantes de protección

Un guante es un equipo de protección individual que protege la mano o una parte de ella contra riesgos. En algunos casos, puede cubrir parte del antebrazo y el brazo. Dependiendo del tipo de riesgo, podemos encontrar guantes de protección contra riesgos mecánicos, contra el calor y el fuego, contra productos químicos y/o microorganismos, contra la radiación ionizante y la contaminación radiactiva, para trabajos eléctricos...

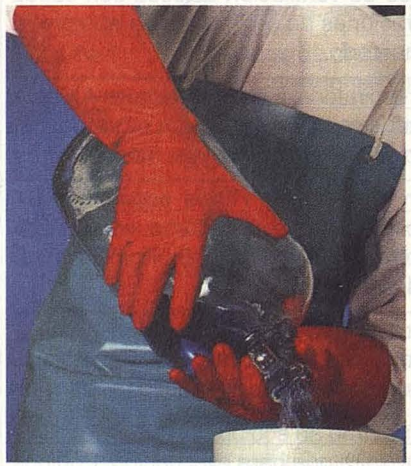


Figura 13

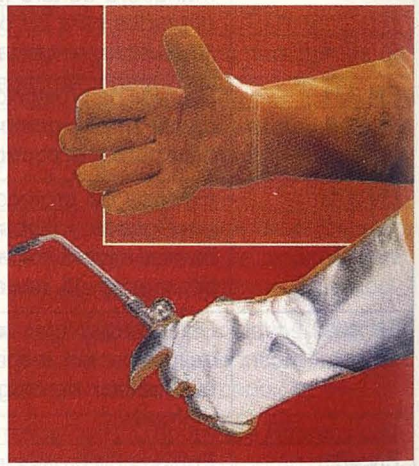


Figura 14

Respecto al marcado, cada guante de protección se marcará con la siguiente información:

- Identificación del fabricante.
- Designación del guante.
- Talla.
- Si es necesario, fecha de caducidad.

Asimismo, el envase que contenga el guante, se marcará claramente con lo siguiente:

- Nombre y dirección del fabricante.
- Designación del guante.
- Talla.
- Si es necesario, fecha de caducidad.
- Referencia para obtener información e instrucciones de uso.

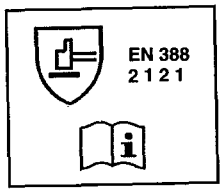
- Si los guantes cumplen con una Norma Europea y cuando los guantes alcancen o superen el nivel 1 en al menos uno de los ensayos de prestaciones, se usará el PICTOGRAMA apropiado para esos ensayos. Cada pictograma irá acompañado de los niveles de prestaciones.
- Si los guantes son de diseño sencillo, deberá marcarse la frase «Sólo para riesgos mínimos». Esta categoría se aplica exclusivamente a guantes destinados a proteger al usuario contra:
  - — Acción mecánica cuyos efectos sean superficiales (guantes de jardinero, etc.).
  - — Productos de limpieza de acción débil y efectos fácilmente reversibles (guantes que dan protección contra soluciones diluidas de detergentes).
  - — Riesgos que se presentan en el manejo de objetos calientes que no expongan al usuario a temperaturas superiores a 50 °C o impactos peligrosos.
  - — Agentes atmosféricos que no sean excepcionales ni de naturaleza extrema (ropa de temporada).
  - — Impactos y vibraciones menores que no afecten áreas vitales del cuerpo y cuyos efectos no causen lesiones irreversibles.



Pictogramas normalizados (EN 420).

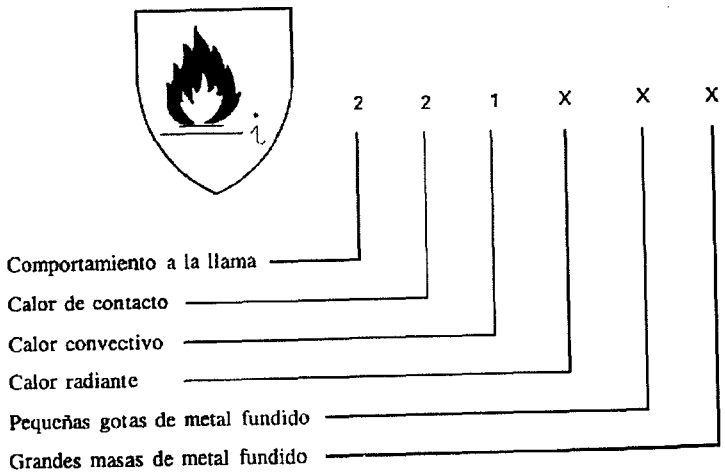
Nota: La «i» significa que hay más información adicional disponible en el folleto informativo.

En la actualidad y de acuerdo con las normas EN (420:2003) la señalización en los guantes debe ser como la siguiente:



En cuanto a la información e instrucciones de uso del guante se deberá incluir lo siguiente:

- Nombre y dirección del fabricante.
- Designación de los guantes.
- Información sobre las tallas.
- El pictograma indicando las categorías de riesgo, seguido, cuando sea aplicable por los niveles de prestación. Además, se dará una explicación básica para facilitar la comprensión de los niveles de prestación y se indicarán las normas a las que se refieren.
- Cuando la protección está limitada a sólo una parte de la mano, esto deberá ser indicado.



Ejemplo de marcado.
(El signo X, en lugar de un número, indica que el guante no ha sido ensayado para el riesgo correspondiente).

- Una lista de sustancias contenidas en el guante y que se sabe que producen alergias.
- Instrucciones de uso (si es necesario).
- Instrucciones de limpieza y de almacenamiento.
- Accesorios, repuestos y embalaje apropiado para el transporte (si es necesario).
- Fecha de caducidad.

El siguiente cuadro muestra ciertos factores a tener en cuenta para la elección y utilización de los guantes de protección:

GUANTES DE PROTECCIÓN

Riesgos	**Origen y forma de los riesgos**	**Factores que se deben tener en cuenta desde el punto de vista de la seguridad para la elección y utilización del equipo**
RIESGOS QUE DEBEN CUBRIRSE		
Acciones generales	– Por contacto. – Desgaste relacionado con el uso.	– Envoltura de la mano. – Resistencia al desgarro, alargamiento, resistencia a la abrasión.
Acciones mecánicas	– Por abrasivos de decapado, objetos cortantes o puntiagudos. – Choques.	– Resistencia a la penetración, a los pinchazos y a los cortes. – Relleno.
Acciones térmicas	– Productos ardientes o fríos, temperatura ambiente. – Contacto con llamas. – Acciones al realizar trabajos de soldadura.	– Aislamiento contra el frío o el calor. – Ininflamabilidad, resistencia a la llama. – Protección y resistencia a la radiación y a la proyección de metales en fusión.

(*Continúa*)

GUANTES DE PROTECCIÓN

Riesgos	Origen y forma de los riesgos	Factores que se deben tener en cuenta desde el punto de vista de la seguridad para la elección y utilización del equipo
Acciones eléctricas	– Tensión eléctrica.	– Aislamiento eléctrico.
Acciones químicas	– Daños debidos a acciones químicas.	– Estanqueidad, resistencia.
Acciones de las vibraciones	– Vibraciones mecánicas.	– Atenuación de las vibraciones.
Contaminación	– Contacto con productos radiactivos.	– Estanqueidad, aptitud para la descontaminación, resistencia.
RIESGOS DEBIDOS AL EQUIPO		
Incomodidad y molestias al trabajar	– Insuficiente confort de uso.	– Diseño ergonómico: • Volumen, progresión de las tallas, masa de la superficie, confort, permeabilidad al vapor de agua.
Accidentes y peligros para la salud	– Mala compatibilidad. – Falta de higiene. – Adherencia excesiva.	– Calidades de los materiales. – Facilidad de mantenimiento. – Forma ajustada, hechura.
Alteración de la función protectora debida al envejecimiento	– Intemperie, condiciones ambientales, limpieza, utilización.	– Resistencia del equipo a las agresiones industriales. – Mantenimiento de la función protectora durante toda la duración de vida del equipo. – Conservación de las dimensiones.

(*Continúa*)

GUANTES DE PROTECCIÓN (*Continuación*)

Riesgos	Origen y forma de los riesgos	Factores que se deben tener en cuenta desde el punto de vista de la seguridad para la elección y utilización del equipo
RIESGOS DEBIDOS A LA UTILIZACIÓN DEL EQUIPO		
Eficacia protectora insuficiente	– Mala elección del equipo.	– Elección del equipo en función de la naturaleza y la importancia de los riesgos y condicionamientos industriales: • Respeto de las indicaciones del fabricante (instrucciones de uso). • Respeto del marcado del equipo (ej.: clases de protección, marca correspondiente a una utilización específica). • Elección del equipo en relación con los factores individuales del usuario.
	– Mala utilización del equipo.	– Utilización apropiada del equipo y con conocimiento del riesgo. – Respeto de las indicaciones del fabricante.

(*Continúa*)

GUANTES DE PROTECCIÓN *(Continuación)*

Riesgos	Origen y forma de los riesgos	Factores que se deben tener en cuenta desde el punto de vista de la seguridad para la elección y utilización del equipo
	– Suciedad, desgaste o deterioro del equipo.	– Mantenimiento en buen estado. – Controles periódicos. – Sustitución oportuna. – Respeto de las indicaciones del fabricante.

Todos los equipos y/o sus accesorios (desmontables o no) diseñados y fabricados para asumir una función de protección específica de las manos y/o de los brazos tienen categoría de certificación II, salvo:

- Equipos y/o sus accesorios (desmontables o no) diseñados y fabricados para: proteger contra riesgos eléctricos en los trabajos bajo tensión peligrosa o los utilizados como aislantes contra la alta tensión; permitir la intervención en ambientes calurosos de efectos comparables a los de una temperatura del aire superior o igual a 100 ºC, con o sin radiación de infrarrojos, llamas o grandes proyecciones de materiales en fusión, incluidos los equipos de bomberos; permitir la intervención en ambientes fríos de efectos comparables a los de una temperatura del aire inferior o igual a –50 °C; ofrecer únicamente una protección limitada en el tiempo contra agresiones químicas o radiaciones ionizantes (III).
- Equipos y/o sus accesorios (desmontables o no) de uso profesional diseñados y fabricados para proteger contra: productos de limpieza poco nocivos (detergentes, limpiadores, etc.); agresiones mecánicas de efectos superficiales (pinchazos al coser, trabajos de jardinería, deportes, etc.); los riesgos posibles durante la manipulación de piezas calientes que no expongan a una temperatura superior a 50 °C ni a golpes peligrosos y contra un frío exterior no extremo (I).

- Guantes y dediles de uso clínico utilizados en el entorno del paciente; guantes de uso particular diseñados y fabricados para proteger de la humedad, el calor o el frío no extremo: Equipos y/o sus accesorios (desmontables o no) diseñados y fabricados específicamente para las fuerzas armadas o de orden público, incluidos los equipos de protección biológica y contra las radiaciones ionizantes (0).

A continuación, el siguiente cuadro muestra una lista de las normas EN aplicables:

GUANTES DE PROTECCIÓN

N.º de norma	Normativa EN aplicable
EN 348	Comportamiento de los materiales al impacto de pequeñas salpicaduras de metal fundido.
EN 366	Evaluación de los materiales ante una fuente de calor radiante.
EN 367	Determinación de la transmisión de calor por exposición a la llama.
EN 374-1	Guantes de protección contra los productos químicos y los microorganismos. Parte 1.Terminología y requisitos de prestaciones.
EN 374-2	Guantes de protección contra los productos químicos y los microorganismos. Parte 2. Determinación de la resistencia a la penetración.
EN 374-3	Guantes de protección contra los productos químicos y los microorganismos. Parte 3. Determinación de la resistencia a la permeabilidad por productos químicos.
EN 388	Guantes de protección contra riesgos mecánicos.
EN 407	Guantes de protección contra riesgos térmicos.
EN 420	Requisitos generales para guantes.
EN 421	Guantes de protección contra las radiaciones ionizantes y la contaminación radiactiva.
EN 511	Guantes de protección contra el frío.
EN 659	Guantes de protección para bomberos.
EN 702	Determinación del calor por contacto.
EN 60903	Guantes y manoplas de material aislante para trabajos eléctricos.

5.6. Calzado de protección

El calzado de seguridad, protección y trabajo para uso profesional es el que incorpora elementos de protección destinados a proteger al usuario de las lesiones que pudieran provocar los accidentes, en aquellos sectores de trabajo para los que el calzado ha sido concebido.

- *Calzado de seguridad:* está equipado por topes diseñados para ofrecer protección frente al impacto cuando se ensaye con un nivel de energía de 200 J.
- *Calzado de protección:* está equipado por topes diseñados para ofrecer protección frente al impacto cuando se ensaye con un nivel de energía de 100 J.
- *Calzado de trabajo:* no está equipado por ningún tope diseñado para ofrecer protección frente al impacto.

Clasificación:

I: Calzado fabricado en cuero y otros materiales. Se excluyen los calzados todo de caucho y todo polimérico.
II: Calzado todo de caucho (vulcanizado) o todo polimérico (moldeado).

La categoría básica que puede ofrecer el calzado de protección es la categoría PB, tanto para el calzado de clase I como II. Esta categoría significa que el calzado de protección, según su clase, cumple con todos los requisitos básicos de protección que le corresponden. A partir de ahí, el calzado de clase I puede además optar por las categorías P1, P2 o P3 y el calzado de clase II, por las P4 o P5.

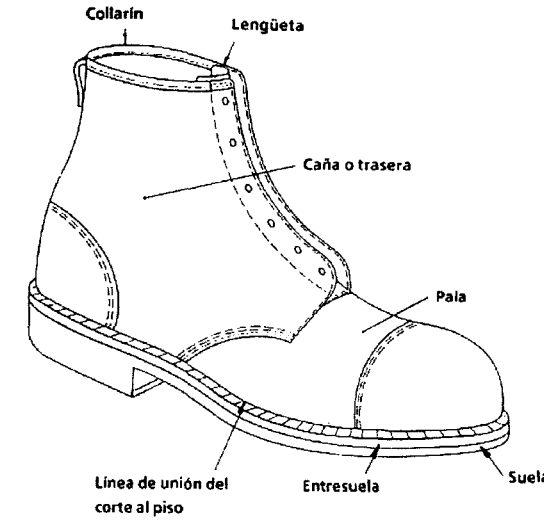
Análogamente, para el caso del calzado de seguridad, además de la categoría básica SB, existen categorías S1, S2 o S3 para la clase I y S4 o S5, para la clase II.

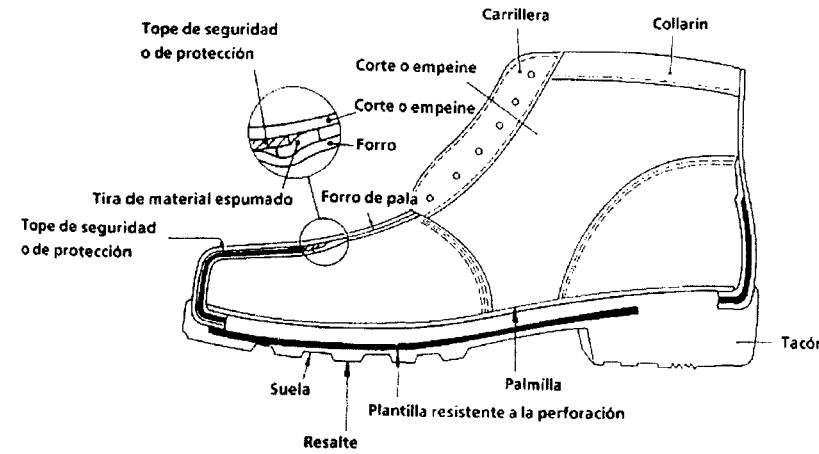
Y finalmente, para el caso del calzado de trabajo, además de la categoría básica, existen categorías O1, O2 u O3 para la clase I y O4 u O5, para la clase II.

Cada ejemplar de calzado de seguridad, protección o trabajo de uso profesional debe estar clara y permanentemente marcado o con etiqueta indeleble unida al producto con la siguiente información:

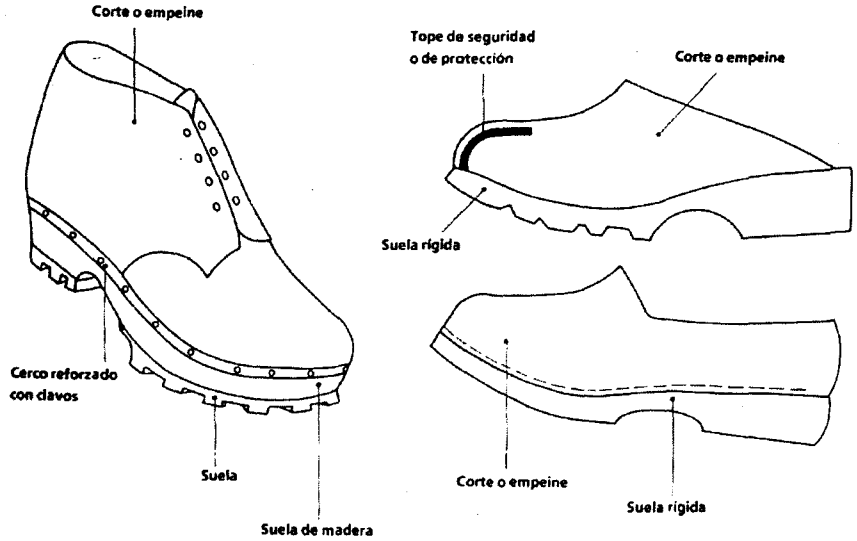
- Talla.
- Marca de identificación del fabricante.
- Designación del tipo de fabricante.
- Fecha de fabricación.

- Nacionalidad de fabricante.
- Número de norma.
- El símbolo correspondiente a la protección ofrecida o, donde sea aplicable, la categoría correspondiente.

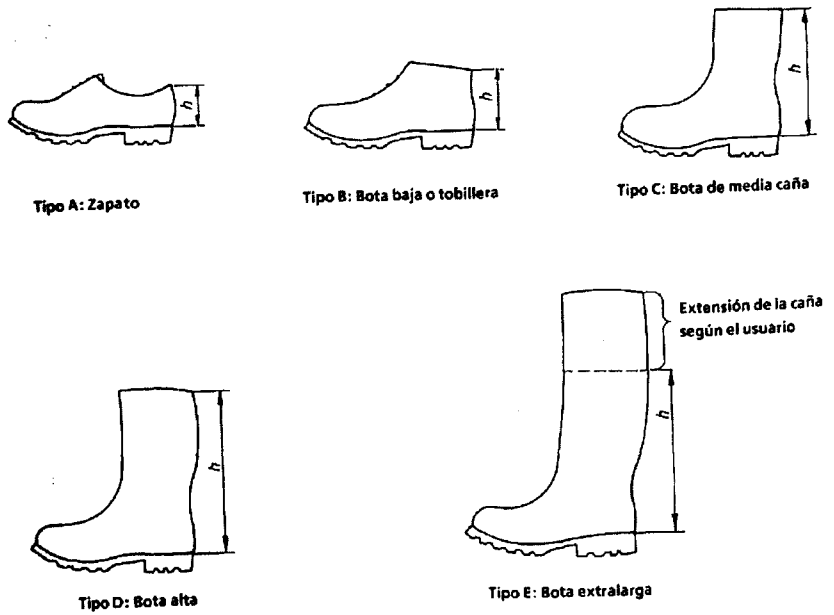




Partes del calzado (EN 344).



Partes del calzado (EN 344).



Tipos de calzado (EN 344).

Los requisitos adicionales especiales, junto con el símbolo adecuado para el etiquetado son:

Requisito	Símbolo
Calzado completo	
– Resistencia a la perforación	P
– Resistencia eléctrica:	
• Calzado conductor	C
• Calzado antiestático	A
– Resistencia a ambiente agresivos:	
• Aislamiento frente al calor	HI
• Aislamiento frente al frío	CI
– Absorción de energía en la zona del tacón	E
Empeine	
– Penetración y absorción de agua	WRU
Suela	
– Resistencia al calor por contacto	HRO
– Resistencia a los hidrocarburos	ORO

- *Protección contra la perforación*

El calzado de seguridad, protección o trabajo de uso profesional que ofrece protección contra el riesgo de perforación, debe satisfacer el requisito adicional de resistencia a la perforación definido en el apartado correspondiente de la norma EN 344.

- *Calzado conductor*

No es calzado para ofrecer protección contra la tensión eléctrica. El calzado que ofrece este requisito adicional es un calzado que ofrece una resistencia menor de 100 kΩ en las condiciones previstas de ensayo al paso de la corriente eléctrica. Esta característica del calzado permite al usuario liberarse de las cargas estáticas que pueda acumular.

- *Calzado antiestático*

No es calzado para ofrecer protección contra la tensión eléctrica. El calzado que ofrece este requisito adicional es un calzado que ofrece

una resistencia entre 100 kΩ y 1.000 MΩ en las condiciones previstas de ensayo al paso de la corriente eléctrica. Esta característica del calzado permite al usuario liberarse de las cargas estáticas que pueda acumular.

- *Aislamiento frente al calor*

La cara superior de la palmilla del calzado que ofrece este requisito adicional no debe sufrir un incremento superior a 22 °C cuando se ensaya el calzado, según el método previsto en la norma EN 344. Además, el aislante debe estar incorporado al calzado de tal forma que no pueda ser sustraído sin destruir el piso del calzado.

- *Aislamiento frente al frío*

La cara superior de la palmilla del calzado que ofrece este requisito adicional no debe sufrir un incremento superior a 10 °C cuando se ensaya el calzado, según el método previsto en la norma EN 344. Además, el aislante debe estar incorporado al calzado de tal forma que no pueda ser sustraído sin destruir el piso del calzado.

- *Absorción de energía en el tacón*

El calzado de seguridad, protección o trabajo de uso profesional que ofrece este requisito debe satisfacer el ensayo de absorción de energía en la zona del tacón. La absorción de energía en la zona del tacón debe ser superior a 20 J.

- *Penetración y absorción de agua*

El calzado que ofrezca este requisito adicional no deberá absorber más de un 30% de su masa ni deberá haber penetrado agua después de 1 hora de ensayo. Además, la penetración de agua después de 30 min. adicionales de ensayo, no deberá ser superior a 2 g. Este requisito adicional sólo está prescrito para el calzado de clase I. Se excluyen los calzados todo de caucho y todo polimérico.

- *Resistencia al calor por contacto*

Las suelas de caucho y poliméricas del calzado que ofrece este requisito adicional no deben fundirse ni mostrar grietas cuando se doblen alrededor de un mandril después de haber sido sometida la muestra a ensayo. Las suelas de cuero no deben mostrar grietas ni carbonización que se extienda al córium cuando se doblen alrededor del mandril.

- *Resistencia a los hidrocarburos*

Constituye un requisito adicional exclusivamente para el calzado de trabajo de uso profesional y constituyendo un requisito básico para los calzados de seguridad y protección de uso profesional.

Todos los equipos y/o sus accesorios (desmontables o no) diseñados y fabricados para asumir una función de protección específica del pie y /o de la pierna, así como de prevención de deslizamientos tienen categoría de certificación II, salvo:

- Equipos y/o sus accesorios (desmontables o no) diseñados y fabricados para: proteger contra riesgos eléctricos en los trabajos bajo tensión peligrosa o los utilizados como aislantes contra la alta tensión; permitir la intervención en ambientes calurosos de efectos comparables a los de una temperatura del aire superior o igual a 100 °C, con o sin radiación de infrarrojos, llamas o grandes proyecciones de materiales en fusión; permitir la intervención en ambientes fríos de efectos comparables a los de una temperatura del aire inferior o igual a –50 °C; ofrecer únicamente una protección limitada en el tiempo contra agresiones químicas o radiaciones ionizantes (III).
- Equipos deportivos (en particular zapatos) y/o sus accesorios (desmontables o no) diseñados y fabricados para proteger contra golpes procedentes del exterior; los de uso profesional diseñados y fabricados para proteger contra condiciones atmosféricas que no sean ni excepcionales ni extremas (I).
- Equipos y/o sus accesorios (desmontables o no) diseñados y fabricados específicamente para las fuerzas armadas o de orden público incluidos los equipos de protección biológica o contra las radiaciones ionizantes y algún tipo de calzado, en particular, deportivo, equipado con elementos destinados a amortiguar los golpes debidos a la marcha, la carrera, etc. o a proporcionar adherencia o estabilidad (0).

El siguiente cuadro muestra ciertos factores a tener en cuenta para la elección y utilización del calzado de protección:

ZAPATOS Y BOTAS DE SEGURIDAD

Riesgos	Origen y forma de los riesgos	Factores que se deben tener en cuenta desde el punto de vista de la seguridad para la elección y utilización del equipo
RIESGOS QUE DEBEN CUBRIRSE		
Acciones mecánicas	– Caídas de objetos o aplastamientos de la parte anterior del pie. – Caída e impacto sobre el talón del pie. – Caída por resbalón. – Caminar sobre objetos puntiagudos o cortantes. – Acción sobre: • Los maléolos. • El metatarso. • La pierna.	– Resistencia de la punta del calzado. – Capacidad del tacón para absorber energía. – Refuerzo del contrafuerte. – Resistencia de la suela al deslizamiento. – Calidad de la suela antiperforación. – Existencia de una protección eficaz: • De los maléolos. • Del metatarso. • De la pierna.
Acciones eléctricas	– Baja y media tensión. – Alta tensión.	– Aislamiento eléctrico. – Conductibilidad eléctrica.
Acciones térmicas	– Frío o calor. – Proyección de metales en fusión.	– Aislamiento térmico. – Resistencia y estanqueidad.
Acciones químicas	– Polvos o líquidos agresivos.	– Resistencia y estanqueidad.

(*Continúa*)

ZAPATOS Y BOTAS DE SEGURIDAD (*Continuación*)

Riesgos	Origen y forma de los riesgos	Factores que se deben tener en cuenta desde el punto de vista de la seguridad para la elección y utilización del equipo
RIESGOS DEBIDOS AL EQUIPO		
Incomodidad y molestias al trabajar	– Insuficiente confort de uso: • Mala adaptación del calzado al pie. • Mala evacuación de la transpiración. • Fatiga debida a la utilización del equipo. • Penetración de la humedad.	– Diseño ergonómico: • Forma, relleno, número del calzado. • Permeabilidad al vapor de agua y capacidad de absorción de agua. • Flexibilidad, masa. • Estanqueidad.
Accidentes y peligros para la salud	– Mala compatibilidad. – Falta de higiene. – Riesgo de luxaciones y esguinces debido a la mala sujeción del pie.	– Calidad de los materiales. – Facilidad de mantenimiento. – Rigidez transversal del calzado y de la combadura del calzado, buena adaptación al pie.
Alteración de la función protectora debida al envejecimiento	– Intemperie, condiciones ambientales, limpieza, utilización.	– Resistencia de la suela a la corrosión, a la abrasión, al uso. – Resistencia del equipo a las agresiones industriales. – Mantenimiento de la función protectora durante toda la duración de utilización.

(*Continúa*)

ZAPATOS Y BOTAS DE SEGURIDAD (*Continuación*)

Riesgos	Origen y forma de los riesgos	Factores que se deben tener en cuenta desde el punto de vista de la seguridad para la elección y utilización del equipo
Carga electroestática del portador	– Descarga electroestática.	– Conductibilidad eléctrica.
RIESGOS DEBIDOS A LA UTILIZACIÓN DEL EQUIPO		
Eficacia protectora insuficiente	– Mala elección del equipo.	– Elección del equipo en función de la naturaleza y la importancia de los riesgos y condicionamientos industriales: • Respeto de las indicaciones del fabricante (instrucciones de uso). • Respeto del marcado del equipo (ej.: clases de protección, marca correspondiente a una utilización específica). • Elección del equipo en relación con los factores individuales del usuario.
	– Mala utilización del equipo.	– Utilización apropiada del equipo y con conocimiento del riesgo.

(*Continúa*)

ZAPATOS Y BOTAS DE SEGURIDAD (*Continuación*)

Riesgos	Origen y forma de los riesgos	Factores que se deben tener en cuenta desde el punto de vista de la seguridad para la elección y utilización del equipo
		– Respeto de las indicaciones del fabricante.
	– Suciedad, desgaste o deterioro del equipo.	– Mantenimiento en buen estado. – Controles periódicos. – Sustitución oportuna. – Respeto de las indicaciones del fabricante.

A continuación, el siguiente cuadro muestra una lista de las normas EN aplicables:

CALZADO DE PROTECCIÓN

N.º de norma	Normativa EN aplicable
EN 344	Requisitos y métodos de ensayo para el calzado de seguridad, de protección y de trabajo de uso profesional.
EN 345	Especificaciones para el calzado de seguridad de uso profesional.
EN 346	Especificaciones para el calzado de protección de uso profesional.
EN 347	Especificaciones para el calzado de trabajo de uso profesional.

5.7. Ropa de protección

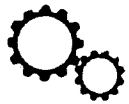
Ropa que sustituye o cubre la ropa personal y que está diseñada para proporcionar protección contra uno o más peligros. Debe cumplir

una serie de requisitos en cuanto a ergonomía, envejecimiento, designación de tallas, marcado e información.

Dentro de la ropa de protección se encuentran todas aquellas prendas específicas para la protección del cuello, los brazos, las piernas y las partes superior e inferior del busto del usuario, excluyendo la cabeza, las manos y los pies.

Respecto al marcado, cada pieza de ropa de protección incluirá:

- Identificación del fabricante.
- Designación del tipo de producto.
- Designación de talla.
- Norma EN.
- Etiqueta de cuidado.
- Pictogramas, y si es de aplicación, niveles de prestación.

Pictograma	Tipo de peligro o uso	Pictograma	Tipo de peligro o uso
	Piezas móviles		Baja visibilidad
	Químico		Calor y fuego
	Mal tiempo		Contaminación radiactivas
	Frío		Descargas lectrostáticas
	Motosierra		

Pictogramas (EN 340).

Y como mínimo, al usuario se le proporcionará la siguiente información:

- Nombre y dirección del fabricante.
- Designación del producto.
- Norma EN.
- Explicación de los pictogramas y nivel de prestación.
- Instrucciones de uso.
- Referencia a los accidentes y piezas de repuesto.
- Tipo de embalaje apropiado.

Los siguientes cuadros muestran ciertos factores a tener en cuenta para la elección y utilización de la ropa de protección:

ROPA DE PROTECCIÓN

Riesgos	Origen y forma de los riesgos	Factores que se deben tener en cuenta desde el punto de vista de la seguridad para la elección y utilización del equipo
RIESGOS QUE DEBEN CUBRIRSE		
Acciones generales	– Por contacto. – Desgaste debido a la utilización.	– Protección del tronco. – Resistencia al rasgado, alargamiento, resistencia al comienzo de rasgado.
Acciones mecánicas	– Por abrasivos de decapado, objetos puntiagudos y cortantes.	– Resistencia a la penetración.
Acciones térmicas	– Productos ardientes o fríos, temperatura ambiente. – Contacto con las llamas. – Por trabajos de soldadura.	– Aislamiento contra el frío o el calor, mantenimiento de la función protectora. – Incombustibilidad, resistencia a la llama. – Protección y resistencia a la radiación y a las proyecciones de metales en fusión.

(*Continúa*)

ROPA DE PROTECCIÓN (*Continuación*)

Riesgos	Origen y forma de los riesgos	Factores que se deben tener en cuenta desde el punto de vista de la seguridad para la elección y utilización del equipo
Acción de la electricidad	– Tensión eléctrica.	– Aislamiento eléctrico.
Acciones químicas	– Daños debidos a acciones químicas.	– Estanqueidad y resistencia a las agresiones químicas.
Acción de la humedad	– Penetración de agua.	– Permeabilidad al agua.
Falta de visibilidad	– Percepción insuficiente.	– Color vivo, retrorreflexión.
Contaminación	– Contacto con productos radiactivos.	– Estanqueidad, aptitud para la descontaminación, resistencia.
RIESGOS DEBIDOS AL EQUIPO		
Incomodidad y molestias al trabajar	– Insuficiente confort de uso.	– Diseño ergonómico: • Dimensiones, progresión de las tallas, volumen de superficie, confort, permeabilidad al vapor de agua.
Accidentes y peligros para la salud	– Mala compatibilidad. – Falta de higiene. – Adherencia excesiva.	– Calidad de los materiales. – Facilidad de mantenimiento. – Forma ajustada, hechura.
Alteración de la función protectora debida al envejecimiento	– Intemperie, condiciones ambientales, limpieza, utilización.	– Resistencia del equipo a las agresiones industriales. – Mantenimiento de la función protectora

(*Continúa*)

ROPA DE PROTECCIÓN (*Continuación*)

Riesgos	Origen y forma de los riesgos	Factores que se deben tener en cuenta desde el punto de vista de la seguridad para la elección y utilización del equipo
		durante toda la duración de vida del equipo. – Conservación de las dimensiones.
RIESGOS DEBIDOS A LA UTILIZACIÓN DEL EQUIPO		
Eficacia protectora insuficiente	– Mala elección del equipo.	– Elección del equipo en función de la naturaleza y la importancia de los riesgos y condicionamientos industriales: • Respeto de las indicaciones del fabricante (instrucciones de uso). • Respeto del marcado del equipo (ej.: clases de protección, marca correspondiente a una utilización específica). • Elección del equipo en relación con los factores individuales del usuario.
	– Mala utilización del equipo.	– Utilización apropiada del equipo y con conocimiento del riesgo.

(*Continúa*)

ROPA DE PROTECCIÓN (*Continuación*)

Riesgos	Origen y forma de los riesgos	Factores que se deben tener en cuenta desde el punto de vista de la seguridad para la elección y utilización del equipo
		– Respeto de las indicaciones del fabricante.
	– Suciedad, desgaste o deterioro del equipo.	– Mantenimiento en buen estado. – Controles periódicos. – Sustitución oportuna. – Respeto de las indicaciones del fabricante.

CHALECOS SALVAVIDAS PARA LA INDUSTRIA

Riesgos	Origen y forma de los riesgos	Factores que se deben tener en cuenta desde el punto de vista de la seguridad para la elección y utilización del equipo
RIESGOS QUE DEBEN CUBRIRSE		
Ahogamiento	– Caída al agua de una persona vestida con ropa de trabajo, eventualmente sin conocimiento o privada de sus capacidades físicas.	– Flotabilidad suficiente. – Capacidad de vuelta a la posición estable, incluso en caso de inconsciencia del portador. – Tiempo de inflado. – Puesta en marcha del dispositivo de inflado automático. – Francobordo (mantenimiento de la boca y de la nariz fuera del agua).

(*Continúa*)

CHALECOS SALVAVIDAS PARA LA INDUSTRIA (*Continuación*)

Riesgos	Origen y forma de los riesgos	Factores que se deben tener en cuenta desde el punto de vista de la seguridad para la elección y utilización del equipo
RIESGOS DEBIDOS AL EQUIPO		
Incomodidad y molestias al trabajar	– Molestias debidas a dimensiones o forma inapropiadas.	– Diseño ergonómico que no restrinja la visión, la respiración o los movimientos del portador, disposición correcta de los órganos de maniobra.
Accidentes y peligros para la salud	– Pérdida del chaleco al caer al agua. – Deterioro del chaleco durante su utilización. – Alteración de la función del sistema de inflado.	– Diseño del chaleco (mantenimiento en posición). – Resistencia a las agresiones mecánicas (choque, aplastamiento, perforación, sobrepresión). – Mantenimiento de la función de seguridad en todas las condiciones de empleo. – Características del gas de llenado (volumen de la carga de gas, inocuidad). – Eficacia del dispositivo de inflado automático (también tras un período de almacenamiento importante).

(*Continúa*)

CHALECOS SALVAVIDAS PARA LA INDUSTRIA (*Continuación*)

Riesgos	Origen y forma de los riesgos	Factores que se deben tener en cuenta desde el punto de vista de la seguridad para la elección y utilización del equipo
	– Uso no conforme.	– Posibilidad de puesta en acción manual. – Existencia de un dispositivo bucal de inflado accesible al portador incluso cuando éste lleva puesto el chaleco. – Instrucciones de uso someras grabadas de manera indeleble en el chaleco.
Alteración de la función protectora debida al envejecimiento	– Intemperie, condiciones ambientales, limpieza, utilización.	– Resistencia a las agresiones químicas, biológicas y físicas: agua de mar, detergentes, hidrocarburos, microorganismos (bacterias, moho). – Resistencia a las agresiones climáticas: condicionamientos térmicos, humedad, lluvia, proyecciones de agua, radiación solar. – Resistencia de los materiales constituyentes y de las cubiertas de protección: rasgados, abrasión, inflamabilidad, proyección de metales en fusión (soldadura).

(*Continúa*)

CHALECOS SALVAVIDAS PARA LA INDUSTRIA (*Continuación*)

Riesgos	Origen y forma de los riesgos	Factores que se deben tener en cuenta desde el punto de vista de la seguridad para la elección y utilización del equipo
RIESGOS DEBIDOS A LA UTILIZACIÓN DEL EQUIPO		
Eficacia protectora insuficiente	– Mala elección del equipo.	– Elección del equipo en función de la naturaleza y la importancia de los riesgos y condicionamientos industriales: • Respeto de las indicaciones del fabricante (instrucciones de uso). • Respeto del marcado del equipo (ej.: clases de protección, marca correspondiente a una utilización específica). • Elección del equipo en relación con los factores individuales del usuario.
	– Mala utilización del equipo.	– Utilización apropiada del equipo y con conocimiento del riesgo. – Respetando las indicaciones del fabricante.

(*Continúa*)

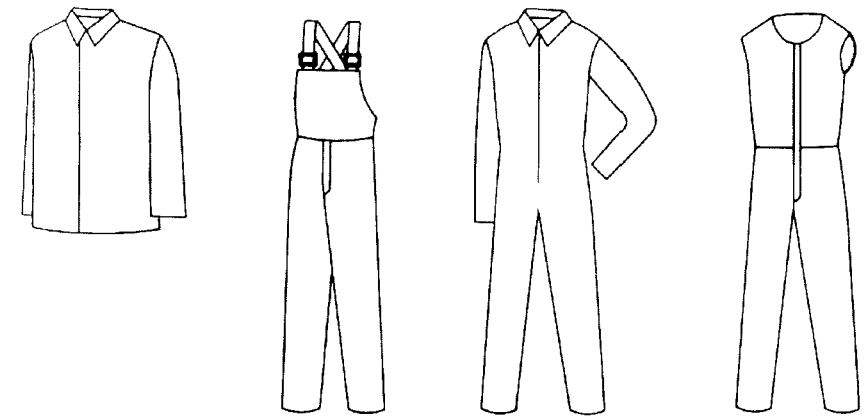
CHALECOS SALVAVIDAS PARA LA INDUSTRIA (*Continuación*)

Riesgos	Origen y forma de los riesgos	Factores que se deben tener en cuenta desde el punto de vista de la seguridad para la elección y utilización del equipo
		– Respetando las instrucciones de uso someras.
	– Suciedad, desgaste o deterioro del equipo.	– Mantenimiento en buen estado. – Controles periódicos. – Sustitución oportuna. – Respeto de las indicaciones del fabricante.

Toda indumentaria y/o sus accesorios (desmontables o no) diseñada y fabricada para garantizar una protección específica tiene categoría de certificación II, salvo:

- Ropa y/o accesorios (desmontables o no) diseñada y fabricada para: proteger contra el riesgo eléctrico; permitir la intervención en ambientes calurosos de efectos comparables a los de una temperatura del aire superior o igual a 100 °C, con o sin radiación de infrarrojos, llamas o grandes proyecciones de materiales en fusión; permitir la intervención en ambientes fríos de efectos comparables a los de una temperatura del aire inferior o igual a –50 °C; ofrecer únicamente una protección limitada en el tiempo contra agresiones químicas o radiaciones ionizantes; aislar completamente de la atmósfera a quien los lleva (III).
- Ropa y/o accesorios (desmontables o no) para uso profesional, diseñada y fabricada para proteger contra: condiciones atmosféricas que no sean ni excepcionales ni extremas; agresiones mecánicas de efectos superficiales; los riesgos posibles durante la manipulación de piezas calientes que no expongan a una temperatura superior a 50 °C, ni a golpes peligrosos (I).

- Ropa y/o accesorios (desmontables o no) diseñada y fabricada específicamente para las fuerzas armadas o del orden público, incluidos los equipos o chalecos antibalas y la ropa de protección biológica o contra las radiaciones ionizantes; la de uso particular, diseñada y fabricada para proteger contra condiciones atmosféricas que no sean ni excepcionales ni extremas; la común o deportiva (sin protección específica), incluidos los uniformes (0).



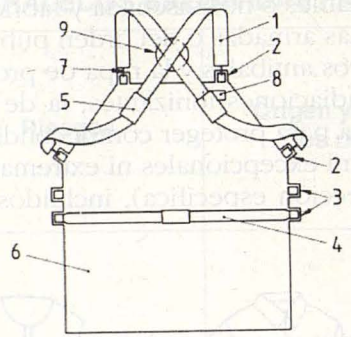
- Chaqueta.
- Pantalón con peto y tirantes.
- Mono con mangas.
- Mono sin mangas.

Ejemplos de posibles diseños (EN 510).

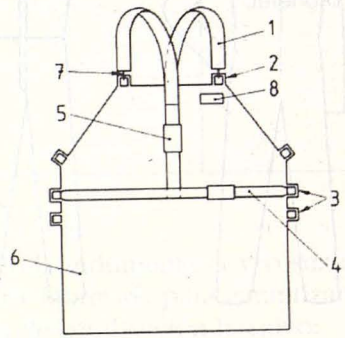
Un mandil es una prenda que cubre la parte delantera del cuerpo, desde el pecho hasta las piernas.

Un chaleco salvavidas es una prenda o equipo que, cuando se lleva correctamente en el agua, proporciona una flotabilidad específica para posicionar y mantener las vías respiratorias de un usuario incapacitado fuera del agua e incrementar la probabilidad de su rescate.

Todos los equipos diseñados y fabricados para proteger contra el ahogamiento o para ayudar a flotar, incluidos los accesorios de asistencia al aprendizaje de la natación y los salvavidas hinchables que no



Tirantes en forma de X



Tirantes en forma de Y

1. Tirantes.
2. Puntos de anclaje de los tirantes.
3. Puntos de anclaje del cinturón.
4. Cinturón.
5. Ajuste del largo de los tirantes.
6. Superficie protectora.
7. Hebilla.
8. Marca identificativa que sólo es visible sobre la superficie exterior.
9. Hebilla a través de la cual, los tirantes pueden desliazr independientemente.

Tirantes y cinturón de los mandiles (EN 412).

se consideren juguetes (uso exclusivo en aguas poco profundas tienen categoría de certificación II, salvo:

- Las boyas y chalecos salvavidas que no lleven permanentemente las personas embarcadas a bordo de aeronaves y buques (0).

- TIPOS DE ROPAS DE PROTECCIÓN

- *Contra los riesgos de quedar atrapado por las piezas de máquinas en movimiento*

Debe usarse cuando existe riesgo de atrapamiento por elementos móviles al trabajar con o cerca de máquinas o equipos con elementos

móviles peligrosos y no puede ser evitado mediante barreras físicas. Quedan excluidos del ámbito de esta norma las ropas de protección contra daños por partes móviles de máquinas especiales para las que existen normas específicas (ropa de protección de usuarios de motosierras).

- *Vestuario de protección de alta visibilidad*

Ropa destinada a señalizar visualmente la presencia del usuario, con el fin de que éste sea detectado en condiciones de riesgo, bajo cualquier tipo de luz diurna y bajo un haz de luz artificial. Las prestaciones vienen determinadas por el color y la retrorreflexión, así como por las áreas mínimas y la disposición de los materiales utilizados. Los métodos de ensayo aseguran un nivel mínimo de protección cuando se siguen las instrucciones de cuidado de la prenda (Figura 15).



Figura 15

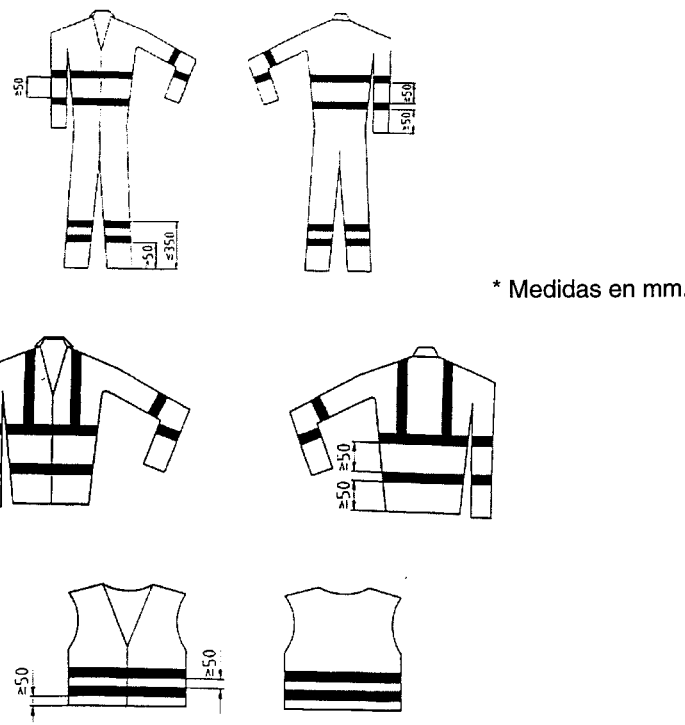
Existen tres clases de ropa de señalización:

	Ropa Clase 1	Ropa Clase 2	Ropa Clase 3
Material de fondo	0,8	0,5	0,14
Material retrorreflectante	0,2	0,13	0,1
Material combinado	—	—	0,2

* Superficies mínimas visibles de cada material en m^2.

Colores normalizados para el material de fondo:

- Amarillo fluorescente.
- Rojo-anaranjado fluorescente.
- Rojo fluorescente.



* Medidas en mm.

Ejemplos de ropa de señalización (EN 471).

- *Vestuario de protección para operaciones de soldeo y técnicas conexas*

La ropa de protección de soldadores, de acuerdo con la norma EN 470-1, tiene por objeto proteger al usuario contra las pequeñas proyecciones de metal fundido y el contacto de corta duración con una llama y está destinado para llevarse continuamente 8h a temperatura ambiente; pero no protege necesariamente contra las proyecciones gruesas de metal en operaciones de fundición.

- *Traje de protección para bomberos en la lucha contra incendios*

Es una prenda específica para la protección del cuello, brazos, piernas y la parte superior e inferior del busto del bombero pero excluyendo cabeza, manos y pies cuando se utiliza en el marco de las intervenciones de la lucha contra incendios y actividades asociadas en zonas donde existe riesgo de calor y/o llamas.

No cubre de otros peligros como riesgos químicos, biológicos, eléctricos o de radiación.

- *Ropa de protección contra productos químicos líquidos*

Ofrecen protección contra los productos químicos líquidos a ciertas partes del cuerpo, por ejemplo, delantales, mangas y capuces.

Hay ropas que presentan uniones herméticas a los líquidos, a las pulverizaciones,...



Pictograma (EN 469).

- *Vestuario de protección contra el mal tiempo*

Ropa destinada a proveer protección contra la influencia del mal tiempo, viento y frío ambiental por encima de –5 °C.

- *Ropa de protección contra el frío*

Protege contra el frío convectivo por debajo de –5ºC. Este frío puede estar ligado a las condiciones climáticas o a una actividad industrial. Los valores específicos de los distintos niveles de prestación están determinados de acuerdo con las exigencias de cada riesgo o área especial de aplicación.

Se excluyen prendas de protección contra el enfriamiento localizado como gorros, guantes o calzado.

- *Vestuario de protección contra el calor y las llamas para trabajadores industriales (excepto bomberos y soldadores)*

Este tipo de ropa de protección de trabajadores industriales tiene por objeto proteger al usuario de un breve contacto con las llamas y al menos, un tipo de calor. El calor puede ser en forma de calor convectivo, calor radiante, salpicaduras de metal fundido o una combinación de ellos. Esta ropa consiste en prendas exteriores mono o multicapas, fabricadas a partir de materiales flexibles, para proteger partes específicas del cuerpo, excepto pies, manos y cabeza.

A continuación, el siguiente cuadro muestra una lista de las normas EN aplicables:

ROPA DE PROTECCIÓN

N.º de norma	Normativa EN aplicable
EN 340	Requisitos generales para la ropa de protección.
ENV 342	Ropa de protección contra el frío.
ENV 343	Ropas de protección contra el mal tiempo.
EN 348	Ropas de protección. Método de ensayo: determinación del comportamiento de los materiales al impacto de pequeñas salpicaduras de metal fundido.
EN 366	Ropas de protección. Protección contra el calor y el fuego. Método de ensayo: evaluación de materiales y conjuntos de materiales frente a una fuente de calor radiante.
EN 367	Ropas de protección. Protección contra el calor y el fuego. Determinación de la transmisión de calor durante la exposición a una llama.
EN 368	Ropas de protección. Protección contra productos químicos líquidos. Método de ensayo: Resistencia de los materiales a la penetración por líquidos.

(*Continúa*)

ROPA DE PROTECCIÓN (*Continuación*)

N.º de norma	Normativa EN aplicable
EN 369	Ropas de protección. Protección contra productos químicos líquidos. Método de ensayo: Resistencia de los materiales a la permeabilidad por líquidos.
EN 373	Ropas de protección. Evaluación de la resistencia de los materiales a las salpicaduras de metal fundido.
EN 381-1	Ropas de protección para usuarios de sierras de cadena accionadas a mano. Parte 1. Banco de ensayos para verificar la resistencia al corte por una sierra de cadena.
EN 381-2	Ropas de protección para usuarios de sierras de cadena accionadas a mano. Parte 2. Métodos de ensayo para protectores de las piernas.
EN 381-5	Ropas de protección para usuarios de sierras de cadena accionadas a mano. Parte 5. Requisitos para los protectores de las piernas.
EN 393	Chalecos salvavidas y equipos individuales de ayuda a la flotación. Equipos auxiliares de flotación 50 N.
EN 394	Chalecos salvavidas y equipos individuales de ayuda a la flotación. Accesorios.
EN 395	Chalecos salvavidas y equipos individuales de ayuda a la flotación. Chalecos salvavidas 100 N.
EN 396	Chalecos salvavidas y equipos individuales de ayuda a la flotación. Chalecos salvavidas 150 N.
EN 399	Chalecos salvavidas y equipos individuales de ayuda a la flotación. Chalecos salvavidas 275 N.
EN 412	Mandiles de protección para utilización con cuchillos manuales.
EN 463	Ropas de protección. Protección contra productos químicos líquidos. Método de ensayo. Determinación de la resistencia a la penetración de un chorro de líquido (Ensayo de chorro).

(*Continúa*)

ROPA DE PROTECCIÓN (*Continuación*)

N.º de norma	Normativa EN aplicable
EN 464	Ropas de protección para uso contra productos químicos líquidos y gaseosos, incluyendo aerosoles líquidos y partículas sólidas. Método de ensayo. Determinación de la hermeticidad de prendas herméticas a los gases (ensayo de presión interna).
EN 465	Ropas de protección. Protección contra productos químicos líquidos. Requisitos de prestaciones de las ropas de protección química con uniones herméticas a las pulverizaciones entre las diferentes partes de la ropa (Equipos de tipo 4).
EN 466	Ropas de protección. Protección contra productos químicos líquidos. Requisitos de prestaciones de las ropas de protección química con uniones herméticas a los líquidos entre las diferentes partes de la ropa (Equipos de tipo 3).
EN 467	Ropas de protección. Protección contra productos químicos líquidos. Requisitos de prestaciones de las prendas que ofrecen protección química a ciertas partes del cuerpo.
EN 468	Ropas de protección. Protección contra productos químicos líquidos. Método de ensayo. Determinación de la resistencia a la penetración por pulverizaciones(Ensayo de pulverización).
EN 469	Ropas de protección para bomberos. Requisitos y métodos de ensayo para las ropas de protección en la lucha contra incendios.
EN 470-1	Ropas de protección utilizadas durante el soldeo y las técnicas conexas. Parte 1. Requisitos generales.
EN 471	Ropas de señalización de alta visibilidad.
EN 510	Especificaciones para la ropa de protección contra los riesgos de quedar atrapado por las piezas de máquinas en movimiento.
EN 511	Guantes de protección contra el frío.
EN 530	Resistencia a la abrasión de los materiales de la ropa de protección. Métodos de ensayo.

(*Continúa*)

ROPA DE PROTECCIÓN (*Continuación*)

N.º de norma	Normativa EN aplicable
EN 531	Ropa de protección para trabajadores industriales expuestos al calor (excluyendo ropa de bomberos y de soldadores).
EN 532	Ropa de protección. Protección contra el calor y las llamas. Método de ensayo para la propagación limitada de la llama.
EN 702	Ropas de protección. Protección contra el calor y el fuego. Método de ensayo: Determinación de la transmisión de calor por contacto a través de las ropas de protección o sus materiales.
EN 863	Ropas de protección. Propiedades mecánicas. Método de ensayo: Resistencia a la perforación.
EN 1149	Propiedades electrostáticas. Parte 1. Resistividad superficial (requisitos y métodos de ensayo).
EN 24920	Resistencia de los materiales al mojado superficial.

5.8. Protección contra las caídas

Equipo destinado a sujetar a una persona a un punto de anclaje para evitar cualquier caída de altura o para detenerla en condiciones de seguridad.

Cada componente separable del sistema deberá estar marcado de forma clara, indeleble y permanente mediante cualquier método adecuado que no tenga efecto perjudicial alguno sobre los materiales. El marcado deberá proporcionar la siguiente información:

- Marca de identificación.
- Año de fabricación.
- Marca comercial.

Asimismo, deberán proporcionarse las correspondientes instrucciones de uso escritas en cada componente donde se expondrán las diversas instrucciones (de uso, de limpieza, de almacenamiento, etc.), recomendaciones, advertencias,...

El siguiente cuadro muestra ciertos factores a tener en cuenta para la elección y utilización de protectores contra las caídas:

PROTECTORES CONTRA LAS CAÍDAS

Riesgos	Origen y forma de los riesgos	Factores que se deben tener en cuenta desde el punto de vista de la seguridad para la elección y utilización del equipo
RIESGOS QUE DEBEN CUBRIRSE		
Impacto	– Caída de altura. – Pérdida del equilibrio.	– Resistencia y aptitud del equipo y del punto de enganche (anclaje).
RIESGOS DEBIDOS AL EQUIPO		
Incomodidad y molestias al trabajar	– Diseño ergonómico insuficiente. – Limitación de la libertad de movimientos.	– Diseño ergonómico: • Modo de construcción. • Volumen. • Flexibilidad. • Facilidad de colocación. • Dispositivo de presión con regulación automática longitudinal.
Accidentes y peligros para la salud	– Tensión dinámica ejercida sobre el equipo y el usuario durante el frenado de la caída.	– Aptitud del equipo: • Reparto de los esfuerzos de frenado entre las partes del cuerpo que tengan cierta capacidad de absorción. • Reducción de la fuerza de frenado. • Distancia de frenado. • Posición de la hebilla de fijación.

(*Continúa*)

PROTECTORES CONTRA LAS CAÍDAS (*Continuación*)

Riesgos	Origen y forma de los riesgos	Factores que se deben tener en cuenta desde el punto de vista de la seguridad para la elección y utilización del equipo
	– Movimiento pendular y choque lateral	– Punto de enganche por encima de la cabeza, enganche en otros puntos (anclaje).
	– Carga estática en suspensión ejercida por las correas.	– Diseño del equipo (reparto de fuerzas).
	– Tropiezo en el dispositivo de enlace	– Dispositivo de enlace corto, por ejemplo, reductor de correa, dispositivo anticaídas.
Alteración de la función protectora debida al envejecimiento	– Alteración de la resistencia mecánica relacionada con la intemperie, las condiciones ambientales, la limpieza y la utilización.	– Resistencia a la corrosión. – Resistencia del equipo a las agresiones industriales. – Mantenimiento de la función de protección durante toda la duración de utilización.
RIESGOS DEBIDOS A LA UTILIZACIÓN DEL EQUIPO		
Eficacia protectora insuficiente	– Mala elección del equipo.	– Elección del equipo en función de la naturaleza y la importancia de los riesgos y condicionamientos industriales:

(*Continúa*)

PROTECTORES CONTRA LAS CAÍDAS (*Continuación*)

Riesgos	Origen y forma de los riesgos	Factores que se deben tener en cuenta desde el punto de vista de la seguridad para la elección y utilización del equipo
		• Respeto de las indicaciones del fabricante (instrucciones de uso). • Respeto del marcado del equipo (ej.: clases de protección, marca correspondiente a una utilización específica). • Elección del equipo en relación con los factores individuales del usuario.
	– Mala utilización del equipo.	– Utilización apropiada del equipo y con conocimiento del riesgo. – Respetando las indicaciones del fabricante.
	– Suciedad, desgaste o deterioro del equipo.	– Mantenimiento en buen estado. – Controles periódicos. – Sustitución oportuna. – Respeto de las indicaciones del fabricante.

Todos los dispositivos de protección diseñados y fabricados para proteger contra las caídas, para uso privado o profesional (trabajos en altura, caída desde un buque, alpinismo, etc.) incluyendo también los equipos que permiten trabajar en altura y con apoyo (arneses, cinturones de asiento, etc.) tienen categoría de certificación III, salvo:

- Los equipos que posibiliten el acceso a posiciones en altura o el abandono de las mismas (silletas instaladas en un cabestrante, descensores desprovistos de sistema autorregulador de velocidad incorporado, etc.); equipos de asistencia a la escalada, escalada libre, espeleología, etc. (piquetas, martillos, equipos de ascensión con cuerda, etc.); equipos de mantenimiento (arneses, etc.) diseñados y fabricados para utilizarse con paracaídas, parapentes, alas delta, etc. y que no pueden utilizarse para usos distintos de aquéllos para los que se han diseñado (0).

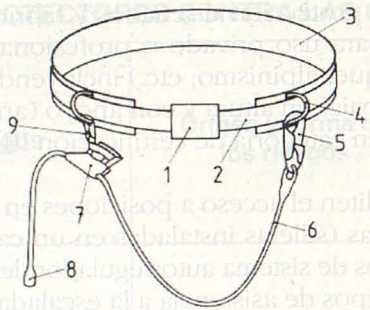
- TIPOS

- *Dispositivos de descenso*

Dispositivos de salvamento mediante los cuales una persona puede descender, a una velocidad limitada, desde una posición elevada hasta una posición más baja, bien sola, bien con la ayuda de una segunda persona. Según la energía de descenso, se clasifican en categorías: A, B, C y D.

- *Sistemas de sujeción en posición de trabajo y prevención de caídas de alturas*

Sistemas destinados a sostener al trabajador en altura y a impedirle caer en caída libre. Un sistema de sujeción no debe utilizarse para la parada de las caídas. Sólo conviene utilizarlos cuando están previstos medios de anclaje y si el trabajo puede realizarse con toda seguridad. Es conveniente que el usuario sea formado, que se le haya instruido en el uso seguro del equipo y que aplica las instrucciones que se le hayan dado durante su formación.



Cinturón de sujeción (EN 358).

- *Sistemas anticaídas*

Un sistema anticaídas consta de un arnés anticaídas, un subsistema o un componente de conexión destinado a parar una caída de altura en condiciones de seguridad y, si no está incorporado, un elemento de amarre especificado en la norma EN 354 (Figura 16).

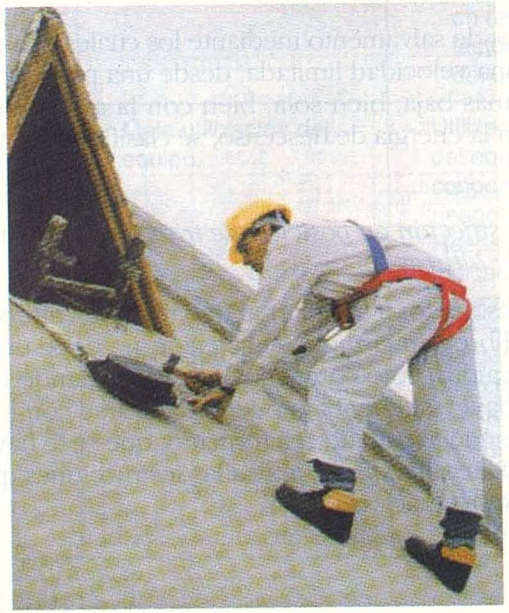
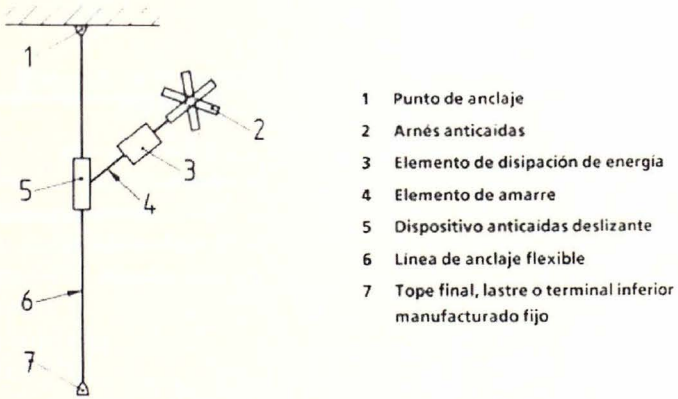


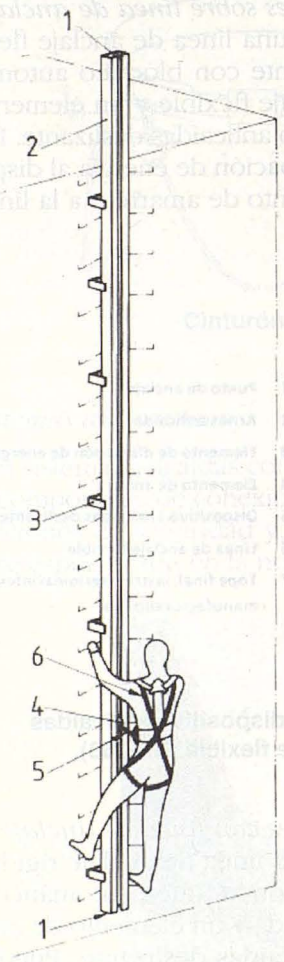
Figura 16

— *Dispositivos anticaídas deslizantes sobre línea de anclaje flexible:* subsistemas formados por una línea de anclaje flexible, un dispositivo anticaídas deslizante con bloqueo automático que está unido a la línea de anclaje flexible y un elemento de amarre que se fija en el dispositivo anticaídas deslizante. Puede incorporarse un elemento de disipación de energía al dispositivo anticaídas deslizante, al elemento de amarre o a la línea de anclaje.



Ejemplo de sistema anticaídas con dispositivo anticaídas deslizante sobre línea de anclaje flexible (EN 363).

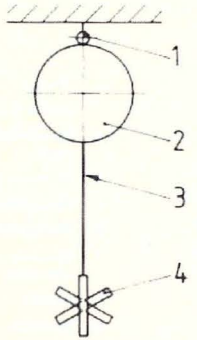
— *Dispositivos anticaídas deslizantes con línea de anclaje rígida:* subsistemas formados por una línea de anclaje rígida, un dispositivo anticaídas deslizante con bloqueo automático que está unido a la línea de anclaje rígida y un elemento de amarre que se fija en el dispositivo anticaídas deslizante. Puede incorporarse un elemento de disipación de energía al dispositivo anticaídas deslizante, al elemento de amarre o a la línea de anclaje.



1 Punto de enganche/desenganche/tope final
2 Línea de anclaje rígida
3 Soporte
4 Dispositivo anticaídas deslizante
5 Elemento de amarre
6 Arnés anticaídas

Ejemplo de sistema anticaídas con dispositivo anticaídas deslizante sobre línea de anclaje rígida (EN 363).

— *Dispositivos anticaídas retráctiles:* dispositivos anticaídas con una función de bloqueo automático y un sistema automático de tensión y de retroceso para el elemento de amarre, es decir, un elemento de amarre retráctil. Puede incorporarse un elemento de disipación de energía al propio dispositivo o al elemento de amarre retráctil.



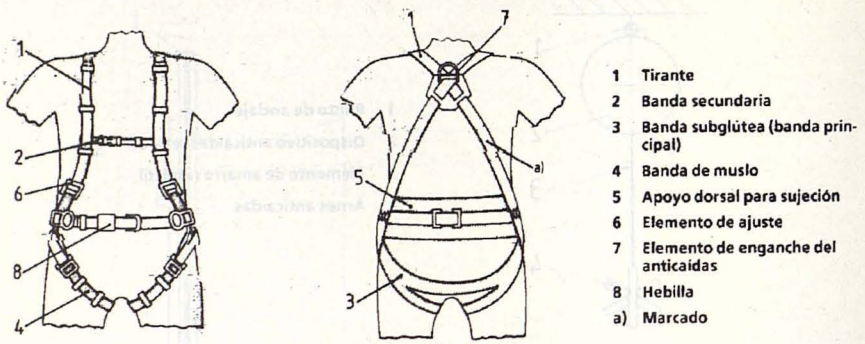
1 Punto de anclaje
2 Dispositivo anticaídas retráctil
3 Elemento de amarre retráctil
4 Arnés anticaídas

Ejemplo de sistema anticaídas con dispositivo de amarre retráctil (EN 363).

— *Arneses anticaídas:* dispositivos de prensión del cuerpo destinados a parar las caídas, es decir, son componentes de un sistema anticaídas. Pueden estar constituidos por bandas, elementos de ajuste, hebillas y otros elementos, dispuestos y ajustados de forma adecuada sobre el cuerpo de una persona para sujetarla durante una caída y después de la parada de ésta (Figura 17).



Figura 17



Ejemplo de arnés anticaídas (EN 361).

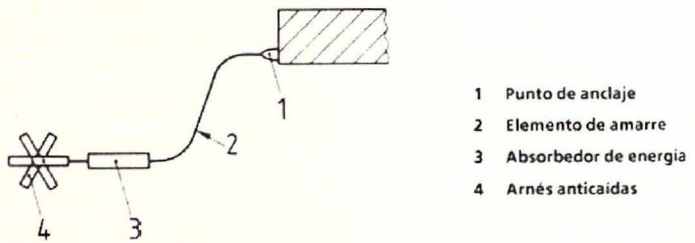
— *Elementos de amarre:* son elementos de conexión o componentes de un sistema. Pueden ser cuerdas de fibras sintéticas, cables metálicos, bandas o cadenas (Figura 18).

— *Conectores*: elementos de conexión o componentes de un sistema. Un conector puede ser un mosquetón (tipo particular de gancho) o un gancho (conector con un mecanismo de cierre automático y de bloqueo automático o manual).



Figura 18

— *Absorbedores de energía:* componentes de un sistema anticaídas, que garantizan la parada segura de una caída de altura en condiciones normales de utilización. Para su uso se requiere un punto de anclaje seguro con una distancia libre mínima necesaria debajo del usuario que es la suma de la distancia de parada y de una distancia suplementaria de 2,5 m. Esta última abarca el alargamiento del arnés anticaídas y el espacio libre debajo de los pies del usuario después de la parada.



Ejemplo de sistema anticaídas con absorbedor de energía (EN 363).

A continuación, el siguiente cuadro muestra una lista de las normas EN aplicables:

PROTECCIÓN CONTRA LAS CAÍDAS

N.º de norma	Normativa EN aplicable
EN 341	Equipos de protección contra caídas. Dispositivos de descenso.
EN 353-1	EPI contra la caída de alturas. Parte 1. Dispositivos anticaídas deslizantes sobre líneas de anclaje rígida.
EN 353-2	EPI contra la caída de alturas. Parte 2. Dispositivos anticaídas deslizantes sobre líneas de anclaje flexible.
EN 354	EPI contra la caída de alturas. Elementos de amarre.
EN 355	EPI contra la caída de alturas. Absorbedores de energía.
EN 358	EPI para sostener en posición de trabajo y prevención de caídas de alturas. Sistemas de sujeción.

(*Continúa*)

PROTECCIÓN CONTRA LAS CAÍDAS (*Continuación*)

N.º de norma	Normativa EN aplicable
EN 360	EPI contra la caída de alturas. Dispositivos anticaídas retráctiles.
EN 361	EPI contra la caída de alturas. Arneses anticaídas.
EN 362	EPI contra la caída de alturas. Conectores.
EN 363	EPI contra la caída de alturas. Sistemas anticaídas.
EN 364	EPI contra la caída de alturas. Métodos de ensayo.
EN 365	EPI contra la caída de alturas. Requisitos generales para instrucciones de uso y marcado.

6. UTILIZACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LOS EPI

Los EPI deberán utilizarse cuando los riesgos no hayan podido evitarse o limitarse suficientemente, por medios técnicos tales como la protección colectiva o mediante medidas, métodos o procedimientos de organización del trabajo, y queden aún una serie de riesgos de valor significativo.

Como orientaciones de diferentes situaciones en las que se deben utilizar los EPI se dan las siguientes:

a) Si después de la evaluación de un determinado riesgo, se comprueba que las medidas técnicas y organizativas posibles no garantizan que las mismas puedan evitar el riesgo, se completarán dichas acciones mediante la utilización de EPI.
b) Cuando la implantación de las medidas técnicas y organizativas requiera de un cierto tiempo, como medida transitoria y hasta que dicha implantación se lleve a cabo con plena eficacia, siempre y cuando el trabajador no se encuentre en situación de riesgo grave e inminente, se utilizarán los EPI, entendiendo tal medida como transitoria y no como permanente.
c) En situaciones para las cuales no existen soluciones técnicas razonables ni de otro tipo que permitan resolver el problema, hasta que el progreso de la técnica lo permita, se utilizarán EPI.

d) Las situaciones donde se han detectado riesgos y se presentan dificultades de evaluación de los mismos por no existir elementos apropiados para realizar dicha evaluación. El EPI que se utilizará en estos casos ofrecerá el mayor nivel de protección posible.
e) Aquellas situaciones de mantenimiento, reparación de averías y transformación de equipos que, al ser situaciones o condiciones de trabajo, frecuentemente imprevisibles, en las que los sistemas de protección pueden estar anulados, requerirá la utilización de EPI.
f) Cuando adquiera un equipo de trabajo como puede ser una máquina (cuya comercialización en España está regulada por el Real Decreto 1435/1997), dicha máquina debe ir acompañada de un manual de instrucciones en el que se puede indicar la necesidad de utilizar EPI. No obstante, aparte de esta indicación del fabricante de la máquina, es preciso tener en cuenta el entorno en el que va a estar situada la máquina y realizar una selección correcta del EPI, teniendo en cuenta todos los factores de riesgo.
g) Al igual que en el punto anterior, ocurre cuando se trata de sustancias y preparados peligrosos (comercialización regulada en España por el Real Decreto 363/1995 y Real Decreto 255/2003), los cuales deben ir acompañados de sus «fichas de seguridad», donde se especifican las medidas de control para su adecuado uso, entre las cuales puede aparecer la utilización de EPI.

   Se debe tener la misma consideración que en el punto anterior antes de realizar la elección, y considerar el entorno y las condiciones en las que se va a utilizar el producto químico para tener en cuenta todos los factores de riesgo, y realizar así la elección del EPI adecuadamente.

A continuación, se incluye una lista indicativa y no exhaustiva de actividades y sectores de actividad que pueden requerir la utilización de equipos de protección individual, que se incluye a su vez en el Real Decreto 773/1997.

1. PROTECTORES DE LA CABEZA (PROTECCIÓN DEL CRÁNEO)

Cascos protectores

- Obras de construcción y, especialmente, actividades en, debajo o cerca de andamios y puestos de trabajo situados en altura, obras de encofrado y desencofrado, montaje e instalación, colocación de andamios y demolición.
- Trabajos en puentes metálicos, edificios y estructuras metálicas de gran altura, postes, torres, obras hidráulicas de acero, instalaciones de altos hornos, acerías, laminadores, grandes contenedores, canalizaciones de gran diámetro, instalaciones de calderas y centrales eléctricas.
- Obras en fosas, zanjas, pozos y galerías.
- Movimientos de tierra y obras en roca.
- Trabajos en explotaciones de fondo, en canteras, explotaciones a cielo abierto y desplazamiento de escombreras.
- La utilización o manipulación de pistolas grapadoras.
- Trabajos con explosivos.
- Actividades en ascensores, mecanismos elevadores, grúas y medios de transporte.
- Actividades en instalaciones de altos hornos, plantas de reducción directa, acerías, laminadores, fábricas metalúrgicas, talleres de martillo, talleres de estampado y fundiciones.
- Trabajos en hornos industriales, contenedores, aparatos, silos, tolvas y canalizaciones.
- Obras de construcción naval.
- Maniobras de trenes.
- Trabajos en mataderos.

2. PROTECCIÓN DEL PIE

a) *Calzado de protección y de seguridad*

- Trabajos de obra gruesa, ingeniería civil y construcción de carreteras.
- Trabajos en andamios.
- Obras de demolición de obra gruesa.
- Obras de construcción de hormigón y de elementos prefabricados que incluyan encofrado y desencofrado.

- Actividades en obras de construcción o áreas de almacenamiento.
- Obras de techado.
- Trabajos en puentes metálicos, edificios metálicos de gran altura, postes, torres, ascensores, construcciones hidráulicas de acero, instalaciones de altos hornos, acerías, laminadores, grandes contenedores, canalizaciones de gran diámetro, grúas, instalaciones de calderas y centrales eléctricas.
- Obras de construcción de hornos, montaje de instalaciones de calefacción, ventilación y estructuras metálicas.
- Trabajos de transformación y mantenimiento.
- Trabajos en las instalaciones de altos hornos, plantas de reducción directa, acerías, laminadores, fábricas metalúrgicas, y talleres de martillo, talleres de estampado, prensas en caliente y trefilerías.
- Trabajos en canteras, explotaciones a cielo abierto y desplazamiento de escombreras.
- Trabajos y transformación de piedras.
- Fabricación, manipulación y tratamiento de vidrio plano y vidrio hueco.
- Manipulación de moldes en la industria cerámica.
- Obras de revestimiento cerca del horno en la industria cerámica.
- Moldeado en la industria cerámica pesada y de materiales de construcción.
- Transportes y almacenamientos.
- Manipulaciones de bloques de carne congelada y bidones metálicos de conservas.
- Obras de construcción naval.
- Maniobras de trenes.

b) *Zapatos de seguridad con tacón o suela corrida y suela antiperforante*: obras de techado.

c) *Calzado y cubrecalzado de seguridad con suela termoaislante*: actividades sobre y con masas ardientes o muy frías.

d) *Polainas, calzado y cubrecalzado fáciles de quitar*: en caso de riesgo de penetración de masas en fusión.

3. PROTECCIÓN OCULAR O FACIAL

Gafas de protección, pantallas o pantallas faciales

- Trabajos de soldadura, esmerilados o pulido y corte.
- Trabajos de perforación y burilado.
- Talla y tratamiento de piedras.
- Manipulación o utilización de pistolas grapadoras.
- Utilización de máquinas que al funcionar levanten virutas y en la transformación de materiales que produzcan virutas cortas.
- Trabajos de estampado.
- Recogida y fragmentación de vidrio y cerámica.
- Trabajo con chorro proyector de abrasivos granulosos.
- Manipulación o utilización de productos ácidos y alcalinos, desinfectantes y detergentes corrosivos.
- Manipulación o utilización de dispositivos con chorro líquido.
- Trabajos con masas en fusión y permanencia cerca de ellas.
- Actividades en un entorno de calor radiante.
- Trabajos con láser.
- Trabajos eléctricos en tensión, en alta y baja tensión.

4. PROTECCIÓN RESPIRATORIA

Equipos de protección respiratoria

- Trabajos en contenedores, locales exiguos y hornos industriales alimentados con gas, cuando puedan existir riesgos de intoxicación por gas o de insuficiencia de oxígeno.
- Trabajos en la boca de los altos hornos.
- Trabajos cerca de convertidores y conducciones de gas de altos hornos.
- Trabajos cerca de la colada en cubilote, cuchara o caldero, cuando puedan desprenderse vapores de metales pesados.
- Trabajos de revestimiento de hornos, cubilotes o cucharas y calderos, cuando pueda desprenderse polvo.
- Pintura con pistola sin ventilación suficiente.
- Trabajos en pozos, canales y otras obras subterráneas de la red de alcantarillado.
- Trabajos en instalaciones frigoríficas en las que exista un riesgo de escape de fluido frigorífico.

5. PROTECCIÓN DEL OÍDO

Protectores del oído

- Utilización de prensas para metales.
- Trabajos que lleven consigo la utilización de dispositivos de aire comprimido.
- Actividades del personal de tierra en los aeropuertos.
- Trabajos de percusión.
- Trabajos de los sectores de la madera y textil.

6. PROTECCIÓN DEL TRONCO, LOS BRAZOS Y LAS MANOS

a) *Prendas y equipos de protección*

- Manipulación o utilización de productos ácidos y alcalinos, desinfectantes y detergentes corrosivos.
- Trabajos con masas ardientes o permanencia cerca de éstas y en ambiente caliente.
- Manipulación de vidrio plano.
- Trabajos de chorreado con arena.
- Trabajos en cámaras frigoríficas.

b) *Ropa de protección antiinflamable*

- Trabajos de soldadura en locales exiguos.

c) *Mandiles antiperforantes*

- Trabajos de deshuesado y troceado.
- Manipulación de cuchillos de mano, cuando el cuchillo deba orientarse hacia el cuerpo.

d) *Mandiles de cuero y otros materiales resistentes a partículas y chispas incandescentes*

- Trabajos de soldadura.
- Trabajos de forja.
- Trabajos de fundición y moldeado.

e) *Manguitos y mangos protectores del antebrazo y del brazo*

- Trabajos de deshuesado y troceado.

f) *Guantes*

- Trabajos de soldadura.

- Manipulación de objetos con aristas cortantes, salvo que se utilicen máquinas con riesgo de que el guante quede atrapado.
- Manipulación o utilización de productos ácidos y alcalinos.
- Trabajos con riesgo eléctrico.

g) *Guantes de metal trenzado, malla metálica, etc.*

- Trabajos de deshuesado y troceado.
- Utilización habitual de cuchillos de mano en la producción y los mataderos.
- Sustitución de cuchillas en las máquinas de cortar.

7. ROPA DE PROTECCIÓN PARA EL MAL TIEMPO

- Trabajos al aire libre con tiempo lluvioso o frío.

8. ROPA Y PRENDAS DE SEGURIDAD-SEÑALIZACIÓN

- Trabajos que exijan que las prendas sean vistas a tiempo.

9. DISPOSITIVOS DE PRENSIÓN DEL CUERPO Y EQUIPOS DE PROTECCIÓN ANTICAÍDAS (ARNESES DE SEGURIDAD, CINTURONES ANTICAÍDAS, EQUIPOS VARIOS ANTICAÍDAS Y EQUIPOS CON FRENO «ABSORBENTE DE ENERGIA CINÉTICA»)

- Trabajos en andamios.
- Montaje de piezas prefabricadas.
- Trabajos en postes y torres.
- Trabajos en cabinas de grúas situadas en altura.
- Trabajos en cabinas de conductor de estibadores con horquilla elevadora.
- Trabajos en emplazamientos de torres de perforación situados en altura.
- Trabajos en pozos y canalizaciones.

10. PRENDAS Y MEDIOS DE PROTECCIÓN DE LA PIEL

- Manipulación con revestimientos; productos o sustancias que puedan afectar a la piel o penetrar a través de ella.
- Trabajos de curtido.

En cuanto a la utilización, el almacenamiento, el mantenimiento, la limpieza, la desinfección (cuando proceda) y la reparación de los EPI deberán llevarse a cabo según las instrucciones del fabricante.

Por lo tanto, aun cuando el EPI se haya seleccionado adecuadamente, toda su eficacia dependerá del uso correcto y del adecuado mantenimiento del mismo. Por lo tanto, resulta imprescindible utilizarlo únicamente para los usos previstos siguiendo las instrucciones del folleto informativo que adjunte el fabricante.

Además, antes de utilizarlo, hay que asegurarse de que es adecuado frente al riesgo y también frente a las consecuencias graves de que protege. Siempre deberá colocarse y ajustarse correctamente el EPI siguiendo las instrucciones del fabricante según figuran en el folleto informativo y según la información y formación recibida respecto a su uso. También deberá comprobarse el entorno en el que se vaya a utilizar y se deberán comprobar las limitaciones que tiene. Por lo tanto, habrá que utilizarlo solamente en esos casos puesto que si se sobrepasan esas limitaciones, el EPI perdería su eficacia.

Por consiguiente, para determinar el tiempo durante el cual haya de llevarse el EPI, será necesario tener en cuenta los siguientes aspectos:

1. La gravedad del riesgo.
2. El tiempo o frecuencia de exposición al mismo.
3. Las condiciones del puesto de trabajo.
4. Las prestaciones del propio equipo.
5. Los riesgos adicionales derivados de la propia utilización del equipo que no hayan podido evitarse.

En caso de que el tiempo de utilización del EPI genere riesgos adicionales, será necesario planificar y establecer periodos de descanso y pausas.

Los equipos de protección individual deberán destinarse a un uso personal. Si por alguna circunstancia, fuera necesario utilizar un mismo equipo por varias personas, se deberán adoptar las medidas necesarias para que no se origine ningún problema de salud o de higiene a los diferentes usuarios del mismo. Por lo tanto, el EPI deberá estar perfectamente mantenido, limpio y desinfectado o cuando no pueda garantizarse esto último, se sustituirán aquellas partes del mismo.

El control del EPI deberá recaer en las personas designadas para las funciones de prevención, con el apoyo del servicio de prevención. Dicho control deberá efectuarse siguiendo las instrucciones del fabricante respecto al uso y mantenimiento del EPI.

MODELO ORIENTATIVO DE FICHA DE CONTROL DE LOS EPI

Datos del trabajador				
Nombre y apellidos	N.º Matricula/registro	Edad	Tarea	Antigüedad en el puesto

Datos comerciales del equipo
Marca:
Modelo:
N° de serie:
Distribuidor:

Datos relativos al uso del equipo
Condiciones de uso:
Vida útil/fecha de caducidad:

Datos relativos al mantenimiento del equipo		
Descripción operación	Plazo	Responsable
1.		
2.		
3.		
4.		

Control de mantenimiento		
Operación realizada	Fecha	Firma responsable

Cualquier trabajador que tenga que utilizar un EPI debería recibir formación e información de al menos los siguientes aspectos:

- Los efectos que sobre su salud produce el riesgo al que está expuesto y cómo pueden manifestarse dichos efectos. De esta forma, podrá entender las razones por las cuales debe utilizar equipos de protección individual.
- Cuáles son las partes del cuerpo o las vías de entrada que se deben proteger.
- Las limitaciones que un EPI presenta, con el fin de que no se vea expuesto a situaciones frente a las que el EPI no presente garantías.

Asimismo, y previamente al uso de los equipos de protección individual, cada trabajador deberá recibir información suficiente acerca de:

- Actividades u ocasiones en las que debe utilizar el EPI.
- El riesgo frente al que le protege y sus limitaciones.
- Utilización correcta, siguiendo las instrucciones del fabricante y complementándolo cuando fuera necesario mediante carteles ilustrativos.
- Mantenimiento del mismo como garantía de su eficacia.

Por otro lado, en los casos en los que la gravedad del riesgo frente al que protege el EPI o cuando se deben utilizar varios EPI al mismo tiempo, se debería proceder a organizar sesiones prácticas de entrenamiento en el uso y mantenimiento de los mismos con el fin de garantizar su correcto uso. Sirva de ejemplo el caso de equipos de protección individual autónomos o semiautónomos.

Los trabajadores, con arreglo a su formación y siguiendo las instrucciones del empresario, deberán:

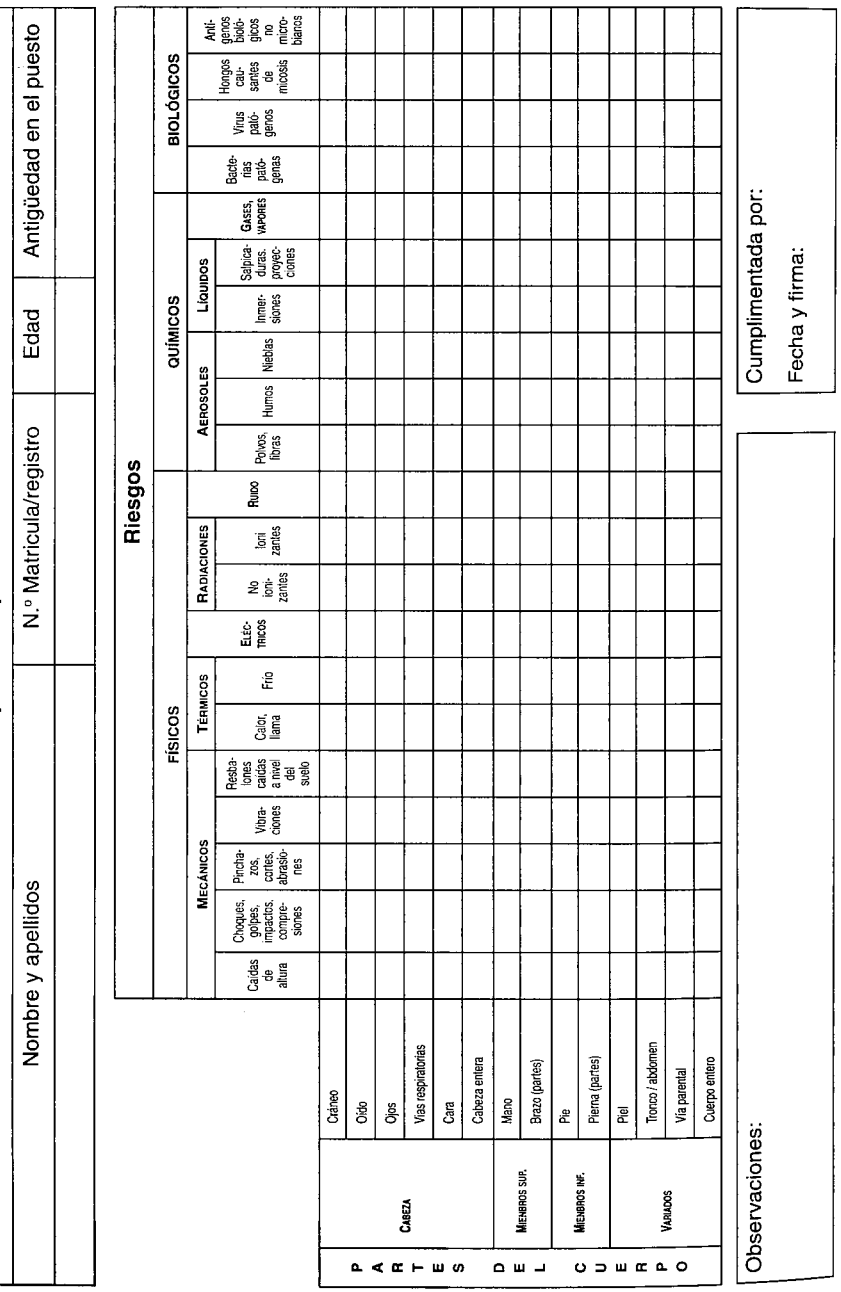
- Utilizar y cuidar correctamente los EPI.
- Colocar el EPI después de su utilización en el lugar indicado para ello.
- Informar de inmediato a su superior jerárquico directo de cualquier defecto, anomalía o daño apreciado en el EPI utilizado que, según su criterio, pueda provocar una pérdida de su eficacia protectora.

Se incluye a continuación un modelo orientativo de *Ficha inventario de Riesgos para la utilización de EPI*, tomado de la reglamentación española contenida en el Real Decreto 773/1997.

FICHA ORIENTATIVA DE INVENTARIO DE RIESGOS PARA LA UTILIZACIÓN DE EPI

Descripción del puesto/tareas realizadas

Trabajadores expuestos			
Nombre y apellidos	N.º Matrícula/registro	Edad	Antigüedad en el puesto



7. REGLAMENTACIÓN APLICABLE A LOS EPI

NACIONAL

- RD 773/1997, de 30 de mayo, sobre las disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
- RD 1407/1992, de 20 de noviembre, por el que se regulan las condiciones para la comercialización y libre circulación intracomunitaria de los equipos de protección individual.
- Corrección de erratas al RD 1407/1992, de 20 de noviembre, por el que se regulan las condiciones para la comercialización y libre circulación intracomunitaria de los equipos de protección individual.
- Orden del Ministerio de Industria y Energía, de fecha 16 de mayo de 1994, por la que se modifica el periodo transitorio establecido en el RD 1407/1992, de 20 de noviembre, por el que se regulan las condiciones para la comercialización y libre circulación intracomunitaria de los equipos de protección individual.
- RD 159/1995, de 3 de febrero, por el que se modifica el RD 1407/1992, de 20 de noviembre, por el que se regulan las condiciones para la comercialización y libre circulación intracomunitaria de los equipos de protección individual.
- Orden del Ministerio de Industria y Energía, de fecha 20 de febrero de 1997, por la que se modifica el anexo del RD 159/1995, de 3 de febrero, que modificó a su vez el RD 1407/1992, de 20 de noviembre, relativo a las condiciones para la comercialización y libre circulación intracomunitaria de los equipos de protección individual.
- Resolución de 25 de abril de 1996, de la Dirección General de Calidad y Seguridad Industrial, por la que se publica, a título informativo, información complementaria establecida por el RD 1407/1992, de 20 de noviembre, por el que se regulan las condiciones para la comercialización y libre circulación intracomunitaria de los equipos de protección individual.

Y además:

ACTIVIDAD REGULADA					
Riesgo	**Elección**	**Uso**	**Mantenimiento**	**Formación**	**Información**
Amianto	O.M. 31.10.84 Art. 7.1 y 7.3	O.M. 31.10.84 Art. 7.2 y 7.3	O.M. 31.10.84 Art. 7.4	O.M. 31.10.84 Art. 14	O.M. 31.10.84 Art. 15
Cloruro de vinilo monómero	O.M. 9.4.86 Art. 6.1	O.M. 9.4.86 Art. 6.2, 6.3 y 6.6	O.M. 9.4.86 Art. 6.4 y 6.5	O.M. 9.4.86 Art. 10	O.M. 9.4.86 Art. 11
Plomo metálico	O.M. 9.4.86 Art. 7.1 y 7.3	O.M. 9.4.86 Art. 7.2 y 7.3	O.M. 9.4.86 Art. 7.4	O.M. 9.4.86 Art. 12	O.M. 9.4.86 Art. 13
Ruido	RD 1316/89 Art. 8	RD 1316/89 Art. 5, 6 y 7		RD 1316/89 Art. 5, 6 y 7	RD 1316/89 Art. 5, 6 y 7
Buques de pesca	RD 1216/97 Art. 5			RD 1216/97 Art. 6	RD 1216/97 Art. 6
Agentes cancerígenos		RD 665/97 Art. 6 y 7		RD 665/97 Art. 11	RD 665/97 Art. 10
Agentes biológicos		RD 664/97 Art. 7		RD 664/97 Art. 12	RD 664/97 Art. 10 y 11
Manejo manual de cargas		RD 487/97 Art. 3			
Obras de construcción					RD 1627/97 Art. 5.6

DIRECTIVAS COMUNITARIAS

- Directiva del Consejo 89/656/CEE, de fecha 30-11-1989, relativa a las disposiciones mínimas de seguridad y de salud para la utilización por los trabajadores en el trabajo de equipos de protección individual (3ª Directiva específica con arreglo al apartado 1 del artículo 16 de la Directiva 89/391/CEE).
- Directiva del Consejo 89/686/CEE de fecha 21-12-1989 sobre la aproximación de las legislaciones de los Estados miembro relativas a los equipos de protección individual (D.O.C.E. L 399 de fecha 30-12-1989).

- Directiva del Consejo 93/95/CEE de fecha 29-10-1993 por la que se modifica la Directiva 89/686/CEE sobre la aproximación de las legislaciones de los Estados miembro relativas a los equipos de protección individual (D.O.C.E. L 276 de fecha 09-11-1993).
- Directiva del Consejo 93/68/CEE de fecha 22-07-1993 por la que se modifica, entre otras, la Directiva 89/686/CEE (equipos de protección individual) (D.O.C.E. L 220 de fecha 30-08-1993).
- Decisión del Consejo 93/465/CEE de fecha 22-07-1993 relativa a los módulos correspondientes a las diversas fases de los procedimientos de evaluación de la conformidad y a las disposiciones referentes al sistema de colocación y utilización del Marcado CE de Conformidad que van a utilizarse en las directivas de armonización técnica (D.O.C.E. L 220 de fecha 30-08-1993).

8. BIBLIOGRAFÍA

Recopilación de Normas UNE – *Equipos de Protección Individual (Salud y Seguridad en el Trabajo).* Tomos 1, 2 y 3 (47, 48 y 49). AENOR.

Guía Técnica de Equipos de Protección Individual. INSHT.

Guía para la Selección y Uso de los Equipos de Protección Individual. ASEPAL.

Cortés Díaz, José María. *Técnicas de Prevención de Riesgos Laborales.* Ed. Tébar, 1998.

Manual de Seguridad en el Trabajo. Fundación MAPFRE. 1992.

Nueva normativa de prevención de riesgos laborales: aplicación práctica. FREMAP. 1999.

12

Señalización

Actualizado por ANTONIO M. ALFONSO LÓPEZ

1. LA SEÑALIZACIÓN EN EL TRABAJO

1.1. INTRODUCCIÓN

El mundo en que vivimos se caracteriza por la necesidad de producir, dar, transmitir y procesar información en cualquiera de las múltiples maneras en que ésta pueda presentarse.

Pero, sea cual sea la forma en que esta información llegue, siempre lo hace por medio de un lenguaje y, dado que las lenguas son múltiples y variadas, se constata la necesidad de crear un sistema que permita hacer llegar los mensajes inteligibles a cualquier posible destinatario.

Esto es lo que habitualmente se denomina y consigue con la señalización.

Las primeras necesidades surgieron en el transporte marítimo y, de este modo, aparecieron toda una serie de códigos internacionales que, basándose en banderas, toques de sirena, rayos de luz, etc., representan el primer intento de sistematizar señales.

De idéntica forma, en las actividades industriales surge la necesidad de informar sobre procesos, máquinas, equipos, maniobras, etc., creándose un conjunto de señales de diferentes orígenes que serán objeto de tratamiento del presente capítulo, dejando al margen la señalización

utilizada para el tráfico rodado, transporte ferroviario, fluvial, marítimo y aéreo.

En la medida que van apareciendo procesos e instalaciones, se genera la necesidad de informar a sus manipuladores de determinados aspectos relacionados directamente con el correcto funcionamiento de los equipos, cuyo objetivo principal será evitar errores en el proceso y facilitar una rápida actuación que los impidan o minimicen éstos.

El sistema de señalización está muy introducido en la industria a todos los niveles; no obstante, la evolución de la sociedad, la complejidad de las instalaciones y los procesos industriales y la innovación en las técnicas preventivas van conduciendo de forma determinante a legislar sobre la necesidad de proteger o prevenir a los trabajadores ante los riesgos en el trabajo; a través de la señalización surge, por lo tanto, un estilo de información que, sobre la base de que su objetivo principal es prevenir, se puede denominar como señalización preventiva.

En la actualidad el Real Decreto 485/1997 de 14 de abril sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo, es el que sustituye al anterior Real Decreto 1403/86 de 9 de mayo (BOE 8-7-86), hoy totalmente derogado. Posteriormente y para dar cumplimiento a la disposición final primera del RD 485/1997, el INSHT elaboró la Guía Técnica de Señalización de Seguridad y Salud en el Trabajo, la cual expone criterios y recomendaciones para facilitar a las empresas y responsables de prevención la interpretación y aplicación del citado Real Decreto.

1.2. Concepto de señalización

En pocas palabras podría definirse la señalización como el conjunto de estímulos que informan a un individuo acerca de la mejor conducta a seguir ante unas circunstancias que conviene resaltar.

El empresario tiene la obligación de adoptar las medidas precisas para que en los lugares de trabajo exista una señalización de seguridad y salud, siempre que resulte necesario y cumpliendo lo establecido en la legislación.

El Real Decreto 485/1997 define:

- *Señalización de seguridad y salud en el trabajo:* una señalización que, referida a un objeto, actividad o situación determinada, proporcione una indicación o una obligación relativa a la seguridad o la salud en el trabajo mediante una señal en forma de panel, un color, una señal luminosa o acústica, una comunicación verbal o una señal gestual, según proceda.
- *Señal de prohibición:* una señal que prohibe un comportamiento susceptible de provocar un peligro.
- *Señal de advertencia:* una señal que advierte de un riesgo o peligro.
- *Señal de obligación:* una señal que obliga a un comportamiento determinado.
- *Señal de salvamento o de socorro:* una señal que proporciona indicaciones relativas a las salidas de socorro, a los primeros auxilios o a los dispositivos de salvamento.
- *Señal indicativa:* una señal que proporciona otras informaciones distintas de las señales de prohibición y de salvamento o de socorro.
- *Señal en forma de panel:* una señal que, por la combinación de una forma geométrica, de colores y de un símbolo o pictograma, proporciona una determinada información, cuya visibilidad está asegurada por una iluminación de suficiente intensidad.
- *Señal adicional:* una señal utilizada junto a otra señal en forma de panel y que facilita informaciones complementarias.
- *Color de seguridad:* un color al que se atribuye un significado determinado en relación con la seguridad y salud en el trabajo.
- *Símbolo o pictograma:* una imagen que describe una situación u obliga a un comportamiento determinado, utilizada sobre una señal en forma de panel o sobre una superficie luminosa.
- *Señal luminosa:* una señal emitida por medio de un dispositivo formado por materiales transparentes o translúcidos, iluminados desde atrás o desde el interior, de tal manera que aparezca por sí misma como una superficie luminosa.
- *Señal acústica:* una señal sonora codificada, emitida y difundida por medio de un dispositivo apropiado, sin intervención de voz humana o sintética.
- *Comunicación verbal:* un mensaje verbal predeterminado, en el que se utiliza voz humana o sintética.

- *Señal gestual:* un movimiento o disposición de los brazos o de las manos en forma codificada para guiar a las personas que estén realizando maniobras que constituyan un riesgo o peligro para los trabajadores.

Se deberá utilizar señalización de seguridad en los siguientes casos:

- Para llamar la atención de los trabajadores de la existencia de determinados riesgos, prohibiciones u obligaciones.
- Para alertar a los trabajadores de una situación de emergencia que requiera medidas urgentes de protección o evacuación.
- Para ayudar y facilitar a los trabajadores a la localización e identificación de determinados medios o instalaciones de protección, evacuación, emergencia o primeros auxilios.
- Para orientar o guiar a los trabajadores que realicen tareas o maniobras peligrosas.

Insistir en que la señalización no será una medida sustitutoria de otras medidas técnicas y organizativas de protección colectiva que se puedan aplicar en esos casos.

Además de la obligación del empresario respecto a la utilización de la señalización cuando sea necesaria, el Real Decreto establece la obligatoriedad por parte del empresario de formar e informar al trabajador en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo. Además los trabajadores tendrán derecho a efectuar propuestas al empresario y éste deberá consultar a los trabajadores y permitir su participación (Ley de Prevención de Riesgos Laborales 31/95 art. 18.2).

Las condiciones mínimas que debería cumplir la señalización de seguridad y salud en el trabajo son:

- La señalización debe resultar lo más eficaz posible y para ello tendremos en cuenta:
  - Las características de la señal.
  - Los riesgos, elementos o circunstancias que hayan de señalizarse.
  - La extensión de la zona a cubrir.
  - El número de trabajadores afectados.
- Deberá evitarse cualquier circunstancia que dificulte la percepción e interpretación de la señal. El uso de excesivas señales innecesarias dificultaría y disminuiría la eficacia de éstas.

- Una vez que desaparezca la situación que motiva el uso de la señalización, las señales se deben retirar.
- Se deberá realizar un mantenimiento de la señalización de seguridad y salud de manera que se conserven las cualidades y el funcionamiento de éstas.

1.3. Principios básicos de la señalización

Toda señalización que pretendamos que sea efectiva y que, por tanto, no se convierta en algo meramente decorativo, ha de cumplir como mínimo las siguientes condiciones:

- Atraer la atención.
- Dar a conocer el mensaje.
- Ser clara y de interpretación única.
- Informar sobre la conducta a seguir.
- Debe haber una posibilidad real de cumplir con lo que se indica.

LA SEÑALIZACIÓN COMO TÉCNICA PREVENCIONISTA

La señalización no deberá considerarse una medida sustitutoria de las medidas técnicas y organizativas de protección colectiva, y deberá utilizarse cuando mediante estas últimas no haya sido posible eliminar los riesgos o reducirlos suficientemente.

Su uso, por tanto, será comedido y preferentemente en alguna de las siguientes situaciones:

- Cuando no sea posible eliminar el riesgo al proyectar la instalación.
- Cuando no se puedan instalar los adecuados sistemas de defensa o resguardo.
- Cuando no sea posible utilizar medios de protección personal.
- Como complemento a cualquier otro sistema de seguridad.

No debe, en ningún caso, abusarse de la señalización ya que se corre el riesgo de que su abundancia y exceso la convierta en un factor negativo o, lo que es peor, que pase a ser un adorno o decoración del centro de trabajo, perdiendo de esta forma toda su posible eficacia. (RD 485/1997 Anexo I, art. 2).

1.4. Clases de señalización

Existen tantas posibles clases de señalización como sentidos tiene la persona, pero en la práctica sólo se utilizan las siguientes:

- Señalización óptica:
  - Señales de seguridad.
  - Avisos de seguridad.
  - Colores de señalización.
  - Balizamiento.
  - Alumbrado de seguridad.
- Señalización acústica.
- Señalización olfativa.
- Señalización táctil.

La más empleada es la primera y, dentro de ella, las más usadas son las denominadas señales de seguridad.

En alguna ocasión se hace referencia al sentido del gusto como posible fuente de señales, no obstante, dado lo restringido del ámbito de su posible la seguridad y salud en el trabajo, no será estudiado en este capítulo.

1.4.1. Señalización óptica

Es el sistema de señalización que se basa en la apreciación de las formas y los colores por medio del sentido de la vista. Conviene, por tanto, saber someramente cómo funciona el ojo humano y cuáles son los fundamentos físicos del color y de la visión.

1.4.1.1. El ojo humano

El ojo humano funciona siempre por reacción a la entrada en el mismo de energía luminosa que procede, en todo caso, de una fuente exterior al mismo, pudiendo ser la luz tanto directa como reflejada por cualquier superficie. Básicamente la reacción del ojo lo aproxima al funcionamiento de una muy perfeccionada cámara fotográfica en la que el objetivo estaría representado por la córnea, el humor acuoso y el cristalino; el iris formaría el diafragma y la retina sería la película (Figura 1).

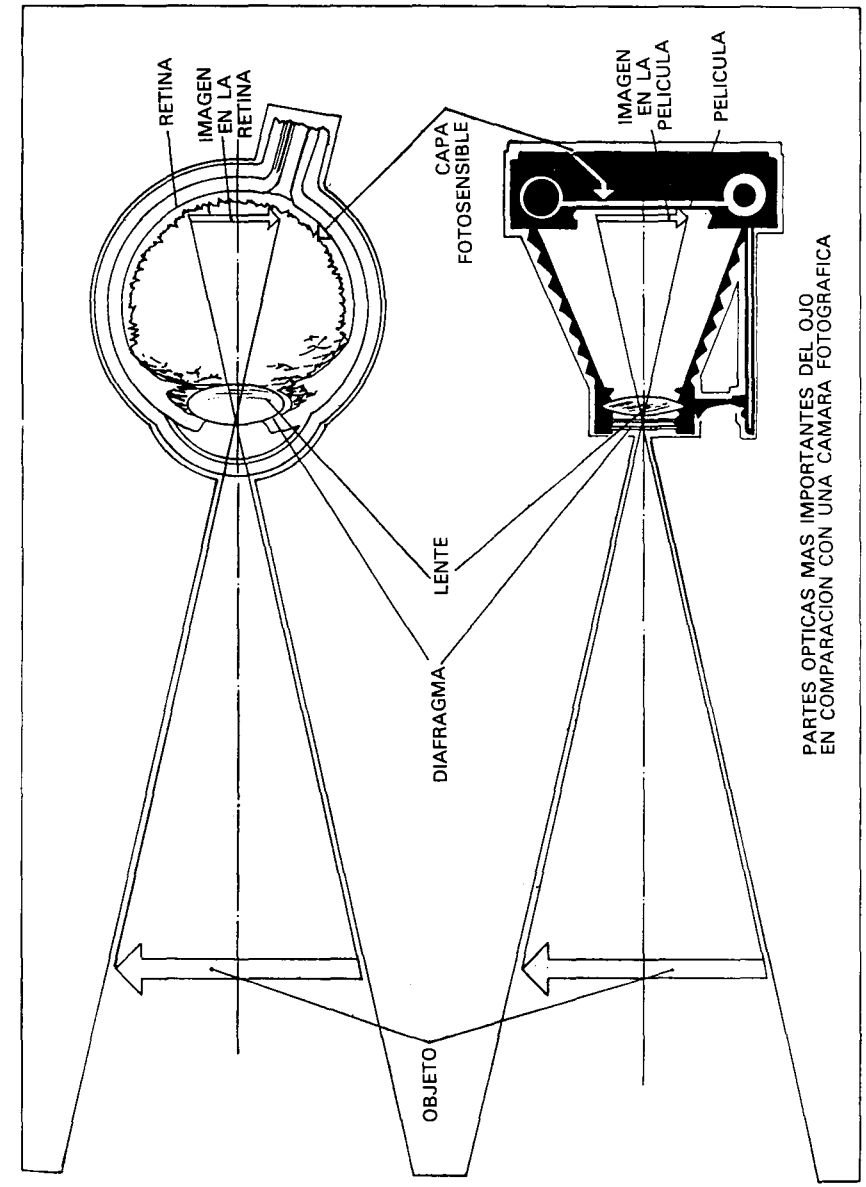


Figura 1. Funcionamiento ojo-cámara fotográfica.

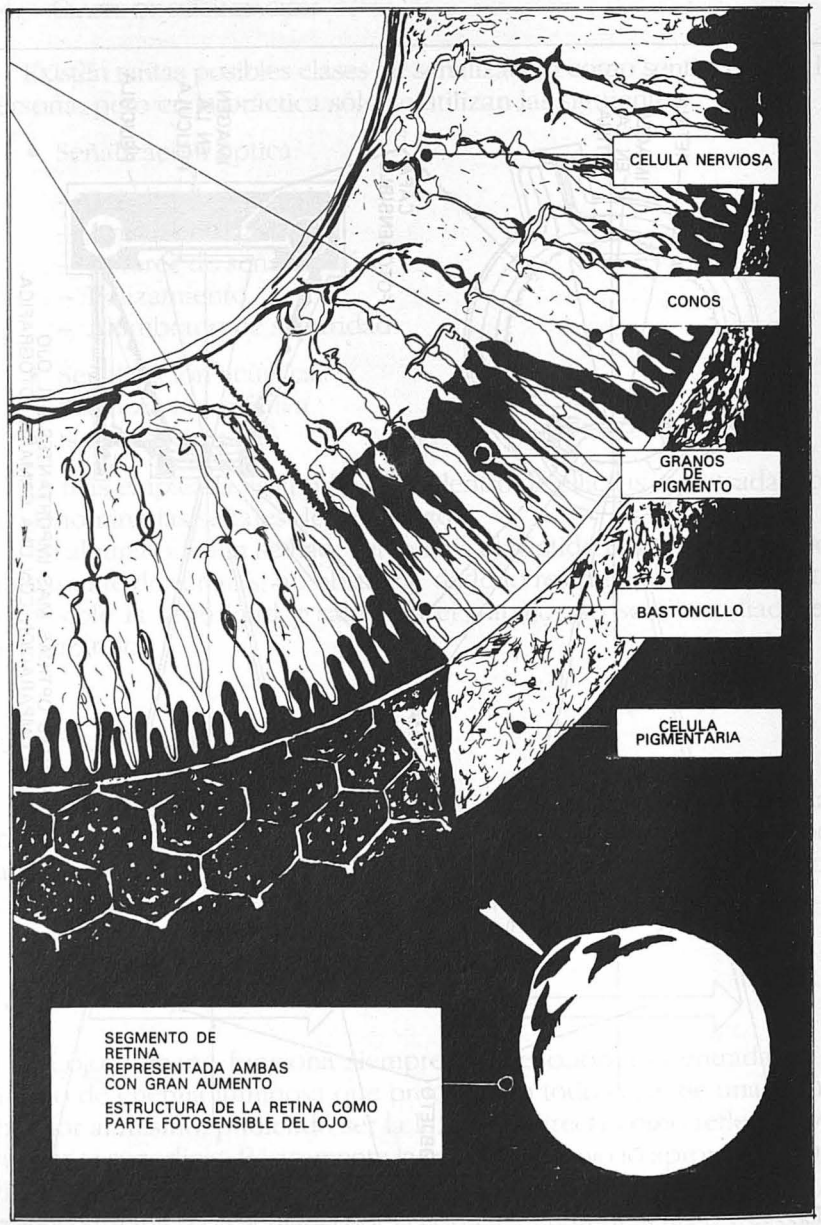


Figura 2. Estructura simplificada de la retina.

En la Figura 2 se representa la estructura simplificada de la retina. Como se puede observar, tras una capa de células pigmentarias, hay una disposición ordenada de otras células de forma alargada que son los órganos sensibles a la luz. Estas células sensitivas están unidas a terminaciones nerviosas que después se unen entre sí para dar lugar al nervio óptico.

Las células sensibles son de dos clases: unas más gruesas denominadas conos, y otras más delgadas a las que se llaman bastones. Ambos tipos de células reaccionan ante la llegada de la luz a las mismas y transforman esta energía luminosa en un impulso nervioso que llega al cerebro. Sin embargo, no reaccionan de la misma manera: los bastones miden el estímulo sólo en función de la mayor o menor cantidad de luz que llega, mientras que los conos reaccionan a las distintas longitudes de onda y, por consiguiente, nos dan la sensación de color. Los bastones son mucho más sensibles que los conos y en condiciones de escasa iluminación sólo son ellos los que mandan el impulso nerviosos y, por tanto, no se aprecian los colores.

Como se puede apreciar de todo lo anterior, las personas disfrutan de dos tipos de visión:

- En condiciones de escasa luz, sólo apreciamos tonos de gris y denominamos a este estado visión escotópica o nocturna.
- En ambientes con suficiente luz, intervienen los conos y los bastones y tenemos la visión fotópica o diurna.

La Figura 3 muestra las curvas patrón de sensibilidad del ojo a las dos clases de visión. Una primera consecuencia que podemos sacar en este momento es que, si se pretende señalizar algo en condiciones de visibilidad escasa, es absurdo preocuparse por el color de la señal a no ser que esté dotada de una fuente interna de luz.

Por otra parte, hay que tener en cuenta que el ojo, al ser un objeto biológico y no electrónico, tiene una capacidad limitada para adaptarse de un nivel de luz a otro y además esta capacidad de adaptación depende de las circunstancias; así, el pasar de condiciones de luz muy fuerte a otras de escasa luz le cuesta al ojo un tiempo aproximado de acomodación de 30 minutos, mientras que el paso inverso es casi instantáneo, durando sólo algunos segundos.

En otro orden de cosas, hay que tener en cuenta que la capacidad visual o sensibilidad del ojo disminuye con la edad (Figura 4).

Es evidente, por tanto, que todos estos factores han de valorarse a la hora de planificar dónde hemos de poner las señales, para que tengan una efectividad máxima.

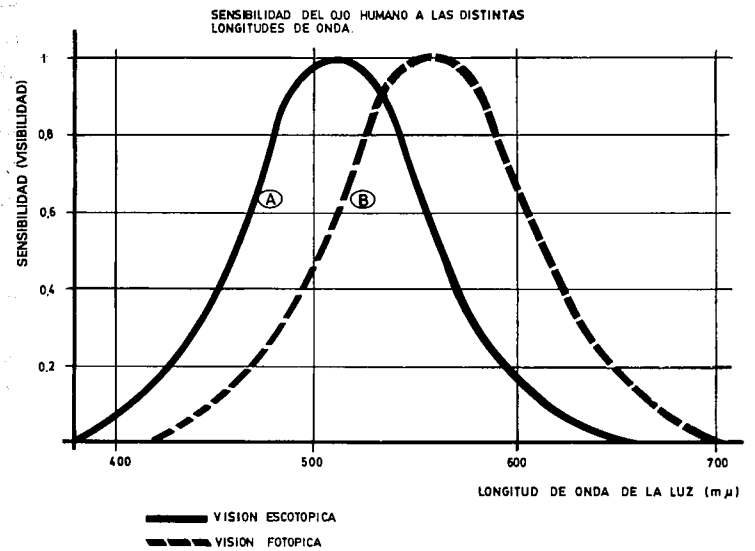


Figura 3. Curvas patrón de sensibilidad del ojo.

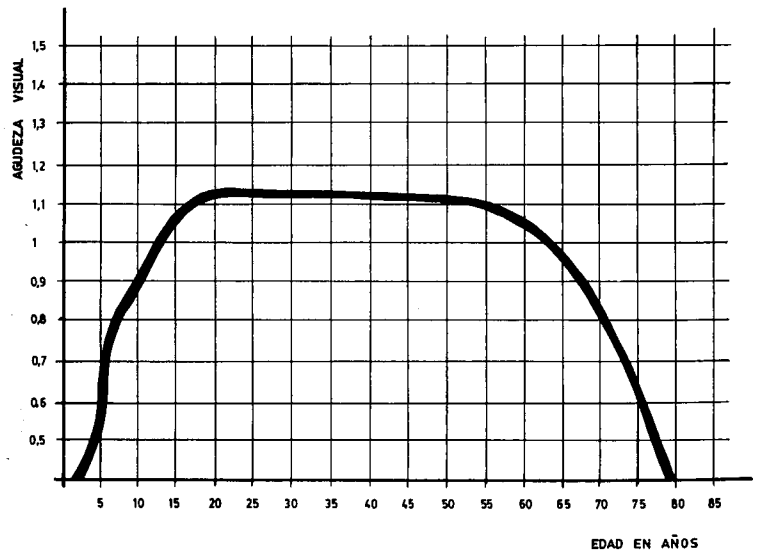


Figura 4. Disminución de la agudeza visual en relación a la edad.

1.4.1.1.1. El color

En pura teoría física, el color viene determinado por la longitud de onda de la luz que se recibe. La luz visible, es decir, las longitudes de onda capaces de impresionar la retina, están comprendidas entre los 380 y los 780 nm. Si son más largas se denominan infrarrojos y si son más cortas ultravioletas, pero tanto en un caso como en el otro no son visibles. El ojo aprecia, dentro del intervalo citado, las longitudes de onda más largas como rojos o anaranjados y las más cortas como azules o violetas. Entre ambos extremos encontramos los colores amarillos y verdes que completan el espectro visible. La ausencia de luz es el negro y la mezcla de todos los colores nos da el blanco. Las diferentes mezclas de blanco y negro nos dan los distintos tonos de gris.

Toda sensación de color puede caracterizarse por tres parámetros:

- *Tono:* Longitud de onda dominante.
- *Saturación o pureza:* Cantidad de blanco o negro añadido al tono.
- *Luminosidad:* Capacidad de reflejar la luz blanca.

Se plantea en este punto la necesidad de asignar a los parámetros anteriores valores numéricos que, por medio de cualquier sistema, nos permita definir inequívocamente un color, independientemente de la subjetividad del observador.

Con este fin se han propuesto varios sistemas, pero el más utilizado es el denominado TRIÁNGULO CIE elaborado por la Comisión Internacional de la Iluminación y que aparece representado en la Figura 5.

Este triángulo se basa en que, considerando que existen tres colores primarios o básicos (rojo, verde y azul), podemos definir qué cantidad de cada uno de ellos hay que añadir a un color dado para conseguir un tono espectral puro. Denominando X, Y y Z a estas tres cantidades relativas, un color quedaría representado por un punto en un diagrama tridimensional.

El diagrama CIE está construido de tal manera que:

$$X + Y + Z = 1$$

De esta manera podemos representar un color cualquiera bidimensionalmente ya que, conocidas dos coordenadas, automáticamente quedará definida la tercera.

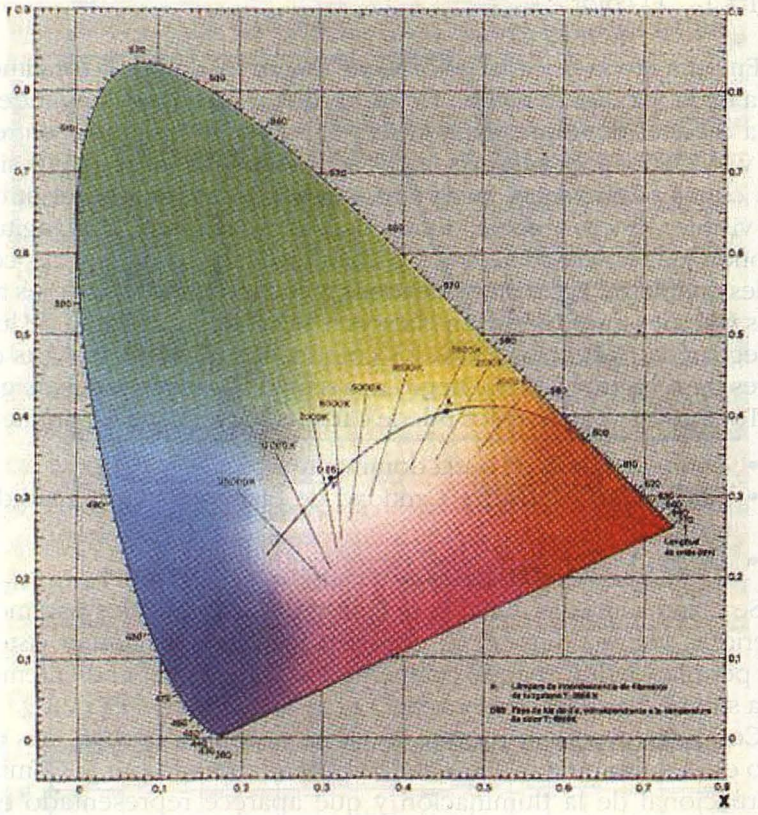


Figura 5. Diagrama Cromático CIE.

El triángulo está formado por una parte curva que es el lugar geométrico de las radiaciones monocromáticas y se cierra por una línea recta denominada línea de púrpuras. En el centro hay un punto blanco en el cual las tres coordenadas son iguales. Los colores puros están en el borde curvo del diagrama y dentro del mismo podremos buscar cualquier color posible. Las rectas que parten del punto blanco representan colores del mismo tono en saturación decreciente.

El color resultante de una mezcla aditiva de colores está siempre situado en la recta que une los dos colores puros. Si la recta pasa por el punto blanco, se dice que los dos colores puros son complementarios.

1.4.1.1.2. Clasificación de los colores

En una primera aproximación podemos clasificar los colores en espectrales, fundamentales y complementarios.

Se denomina colores espectrales a los que están contenidos en el espectro continuo de la luz blanca.

Colores fundamentales son los que combinados entre sí y en la adecuada proporción, permiten obtener otro color.

Como ya se ha dicho anteriormente se denomina colores complementarios a los que, adecuadamente mezclados, permiten obtener el color blanco.

De acuerdo con la tonalidad del color (longitud de onda) se pueden distribuir los colores en un círculo, al que se denomina círculo cromático (Figura 6) y en el centro del cual está el color negro. Según su posición en el círculo los colores se clasifican en:

- *Color monocromático:* Es aquél que sólo tiene una longitud de onda.
- *Colores análogos:* Son el grupo formado por un color y sus dos adyacentes a izquierda y derecha en el gráfico CIE.
- *Colores complementarios:* Es la pareja formada por un color y su opuesto en el círculo.

En las Figuras 6 y 7 se representan estos colores. Cuando en una señal se utiliza un color junto con los dos colores adyacentes de su complementario, se dice que se ha hecho una división complementaria del círculo cromático (Figura 7D). Si los colores utilizados son uno básico y, sus dos colores equidistantes en el círculo, se está utilizando un sistema de color denominado trivalente (Figura 7E).

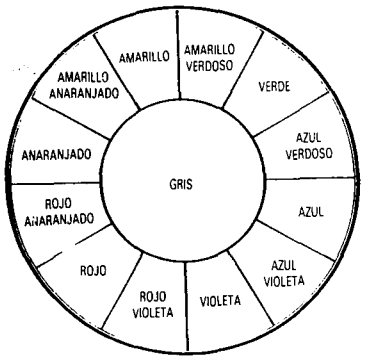


Figura 6. Círculo cromático.

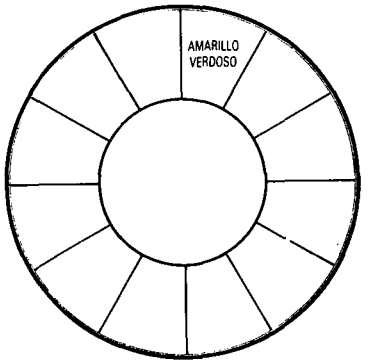


Figura 7A. Monocromático.

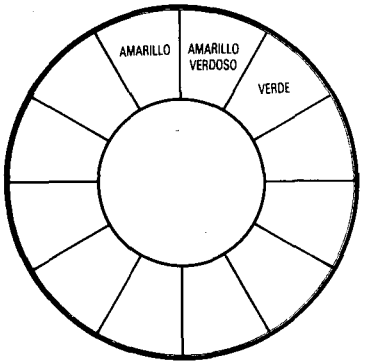


Figura 7B. Análogo.

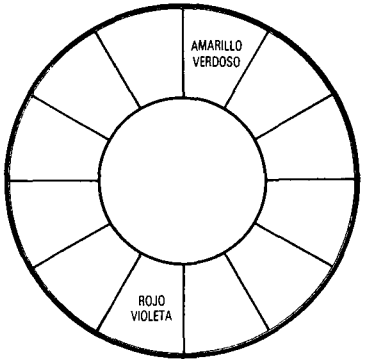


Figura 7C. Complementario.

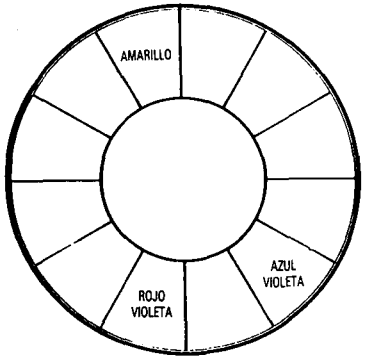


Figura 7D. División complementario.

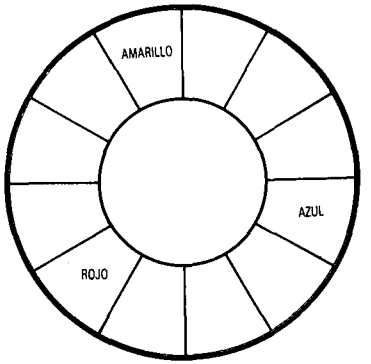


Figura 7E. Color trivalente.

1.4.1.1.3. Apreciación del color

Todo lo que hasta aquí hemos visto gira en torno a las magnitudes físicas que nos permiten definir matemáticamente un color, pero en los seres humanos el órgano de la visión no es una cámara de vídeo o de cine, casi completamente predecibles, sino que son biológicos y en consecuencia falibles, lo cual quiere decir que dado un mismo estímulo no todas las personas lo apreciarán igual y además esta apreciación dependerá de las circunstancias que rodeen tanto al estímulo como a la persona. Por otra parte, también influye en la percepción de una señal el estado físico o anímico del observador.

La experimentación con grupos de personas ha dado origen a una clasificación donde, colocando juntos un color de base y un color de fondo, se establece una escala de apreciación en función de la combinación de los dos colores. Esta escala, ordenada de mejor a peor apreciación del color es la que se muestra a continuación:

Orden	Combinación de colores
1	NEGRO sobre AMARILLO
2	VERDE sobre BLANCO
3	ROJO sobre BLANCO
4	AZUL sobre BLANCO
5	BLANCO sobre AZUL
6	NEGRO sobre BLANCO
7	AMARILLO sobre NEGRO
8	BLANCO sobre ROJO
9	BLANCO sobre VERDE
10	BLANCO sobre NEGRO

Apreciación del color según American National Standard Institute.

1.4.1.1.4. Los colores de seguridad

Los colores de seguridad pueden constituir por sí mismos una señalización de seguridad o formar parte de ella. En el siguiente recuadro se indican los colores de seguridad, su significado y algunas indicaciones y precisiones sobre su uso.

Color	Significado	Indicaciones y precisiones
Rojo	Señal de prohibición	Comportamientos peligrosos.
	Peligro-alarma	Alto, parada y dispositivos de desconexión de emergencia. Evacuación.
	Material y equipos de lucha contra incendios	Identificación y localización.
Amarillo o amarillo anaranjado	Señal de advertencia	Atención y precaución. Verificación.
Azul	Señal de obligación	Comportamiento o acción específica. Obligación de utilizar un equipo de protección individual.
Verde	Señal de salvamento o de auxilio	Puertas, salidas y pasajes. Material, locales, puestos de salvamento o de socorro.
	Situación de seguridad	Vuelta a la normalidad.

Si se debe aplicar un color de seguridad sobre una superficie cuyo color dificulte la percepción del primero, se utilizará un color de contraste que alterne o enmarque al de seguridad, siguiendo la relación de la siguiente tabla:

Color de seguridad	Color de contraste
Rojo	Blanco
Amarillo o amarillo anaranjado	Negro
Azul	Blanco
Verde	Blanco

1.4.1.2. Señales en forma de panel

Las señales en forma de panel son aquellas que, por la combinación de una forma geométrica, de colores y de un símbolo o pictograma, proporcionan una determinada información, cuya visibilidad está asegurada por una iluminación de suficiente intensidad.

Estas señales pueden ser de:

- Prohibición.
- Advertencia.
- Obligación.
- Lucha contra incendios.
- Salvamento o socorro.
- Indicativa.

Los pictogramas utilizados en la señalización deberán ser lo más sencillos posibles y preferentemente basados en los publicados en el RD 485/97, aunque pueden ser modificados, pero siempre asegurándose que la comprensión por parte de los trabajadores es óptima.

El material utilizado en la construcción de las señales deber resistir su uso normal, golpes, inclemencias del tiempo y agresiones medioambientales.

Se debe garantizar la buena visibilidad y comprensión de las señales y para ello se deben instalar a una altura y en una posición apropiadas en relación al ángulo visual, teniendo en cuenta posibles obstáculos, además de estar bien iluminadas y diseñarlas de un tamaño adecuado. Las dimensiones que deben tener las señales de seguridad se pueden determinar en función de la distancia a que deben ser vistas por medio de la expresión:

$$S \geq L^2/2000$$

en la cual S representa la superficie de la señal en metros cuadrados y L es la distancia en metros desde la que debe verse la señal. La fórmula es válida sólo para distancias inferiores a 50 metros.

Dimensión característica en mm. (Diámetro o lado mayor)	Distancia máxima según la forma en m.		
			
1.189	34,98	47,12	53,17
841	24,74	33,33	37,61
594	17,48	23,54	26,56
420	12,36	16,65	18,78
297	8,74	11,77	13,28
210	6,18	8,32	9,39
148	4,36	5,87	6,62
105	3,09	4,16	4,70

1.4.1.2.1. Señales de advertencia

Las señales de advertencia serán de forma triangular, con pictograma negro sobre fondo amarillo y bordes negros, a excepción de la señal de *«materias nocivas o irritantes»* donde el color amarillo se sustituye por el color naranja para evitar confusiones con otras señales similares.

El color amarillo o naranja deberá cubrir como mínimo el 50% de la superficie de la señal.



Figura 8. Señal de advertencia.

1.4.1.2.2. Señales de prohibición

Las señales de prohibición serán de forma redonda, con pictograma negro sobre fondo blanco, bordes y banda de color rojo. La banda transversal debe descender de izquierda a derecha atravesando el pictograma a 45° respecto de la horizontal. El rojo debe cubrir como mínimo el 35% de la superficie de la señal.



Figura 9. Señal de prohibición.

1.4.1.2.3. Señales de obligación

Las señales de obligación serán de forma redonda, con pictograma blanco sobre fondo azul. El azul cubrirá como mínimo el 50% de la superficie de la señal.

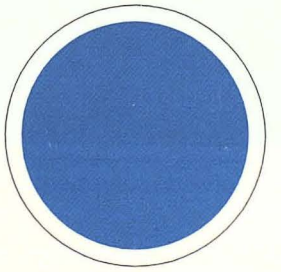


Figura 10. Señal de obligación.

1.4.1.2.4. Señales relativas a los equipos de lucha contra incendios

Son de forma rectangular o cuadrada, con pictograma blanco sobre fondo rojo, que debe cubrir como mínimo el 50% de la superficie de la señal.

Conviene resaltar que el color de contraste se emplea tanto para el símbolo o pictograma como para el reborde exterior de la señal.

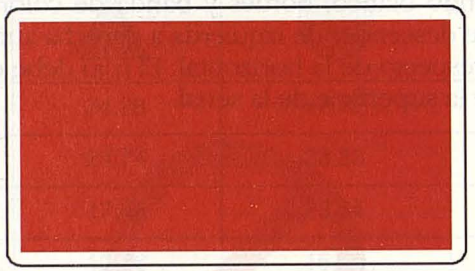


Figura 11. Señal equipos de lucha contra incendios.

1.4.1.2.5. Señales de salvamento o de socorro

Las señales de salvamento o socorro son de forma rectangular o cuadrada, con pictograma blanco sobre fondo verde, que debe cubrir como mínimo el 50% de la superficie de la señal.

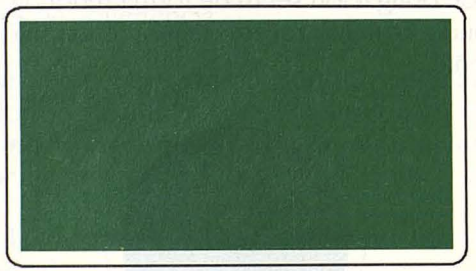


Figura 12. Señal de salvamento o de socorro.

Una vez conocidas las diferentes señales, y según establece el Real Decreto, se marcan las siguientes obligaciones:

- Obligación de señalizar los riesgos presentes en los centros de trabajo.
- Obligación de emplear las formas, colores y dimensiones que se establecen.
- Obligación de informar y formar a los trabajadores en esta materia.

Todas estas obligaciones recaen sobre el empresario. Ahora bien, cuando se intenta llevar a la práctica lo que se establece en esta normativa empiezan a surgir las dudas, ya que al colocar las señales hemos de ver dónde, cómo y de qué manera se colocan para cumplir lo que establece la norma y sobre todo, para conseguir el objetivo básico que siempre ha de ser el de marcar los peligros y la conducta a seguir.

El dónde se ha de señalizar es la parte más clara del problema ya que queda perfectamente claro que son los centros de trabajo, entendiendo por tales, aquellos lugares en los que hay alguien trabajando o se puede entrar eventualmente a trabajar. Así pues, tan obligatorio es señalizar una nave industrial como una obra, una mina, un cine o una finca rústica. Evidentemente, la aplicación de la norma no será la misma en todos los sitios sino que se producirán variaciones; no obstante, deben señalizarse en todo caso los riesgos más evidentes o de consecuencias potencialmente mayores y las vías de evacuación y salida.

El cómo se ha de señalizar y el lugar concreto donde colocaremos las señales es un asunto bastante menos claro ya que la norma no dice nada sobre estos aspectos. El criterio que se puede considerar válido es que, en primer lugar, conviene delimitar las zonas en el centro de trabajo dentro de las cuales los riesgos sean similares y, acto seguido, colocar las señales en los accesos a la zona, bien de una en una o agrupándolas en carteles. No conviene amontonar las señales sobre cada máquina ya que de esta manera de convertir el centro de trabajo en una caricatura de una correcta señalización. Las señales deberán retirarse cuando hayan dejado de ser necesarias.

1.4.1.3. Avisos de seguridad

Se entiende generalmente por aviso de seguridad cualquier superficie sobre la cual se aplican marcas o letras que sirven como advertencia o recordatorio de seguridad.

En la confección de estos avisos se han seguido tradicionalmente las siguientes pausas:

- Los mensajes han de ser breves y concretos.
- Ha de ser factible su cumplimiento.
- La obligación se indicará con verbos en tiempo futuro.
- Los verbos en condicional indicarán sugerencia.
- La palabra *«aprobado»* indicará la aprobación por parte de la persona responsable.

- El color rojo indicará peligro.
- El color amarillo indicará precaución.
- El color verde se utilizará para dar instrucciones de seguridad.
- Para avisos direccionales y de información se usarán los colores blanco y negro.

A título de ejemplo se reproducen en la Figura 13 algunos modelos de avisos.



Figura 13. Avisos de seguridad.

En caso de existir riesgos de caídas, choques o golpes debido a la existencia de desniveles, obstáculos, etc., se utilizará una señalización mediante color de seguridad. Esta señalización consistirá en unas franjas alternas amarillas y negras con una inclinación de 45°. Es recomendable que las anchuras de las franjas (X) sean proporcionales a la altura de la señal (Y) según la proporción que se indica a continuación:

$$X = Y/2$$



Figura 14. Señalización mediante color de seguridad.

1.4.1.4. Vías de circulación

Siempre es conveniente, y en especial cuando la protección de los trabajadores así lo requiera, señalizar las vías de circulación mediante franjas continuas de color bien visible, preferentemente blanco o amarillo, u otro color que contraste con el de fondo.

1.4.1.5. Balizamiento

En determinadas circunstancias es necesario utilizar algo más que señales de seguridad; así por ejemplo, se puede pensar en una zanja para colocar una canalización telefónica. Es evidente que colocar toda una procesión de señales de *prohibido el paso* no es práctico y lo lógico sería utilizar una valla u otra barrera que marque y delimite toda la longitud de la zanja.

Se entiende por balizamiento, la delimitación de una zona de trabajo con el fin de acotar unos límites que por cualquier motivo no interesa que se rebasen. Esta función puede efectuarse por medio de distintos métodos, a saber:

- BANDEROLAS, BANDERAS, ESTANDARTES, etc.

Generalmente se confeccionan en plástico ribeteado y casi siempre están impresas con pintura reflectante. Deben estar coloreadas con el color de seguridad correspondiente a lo que se quiera indicar y las figuras o leyendas irán en el color de contraste. Es conveniente que lleven impresas las señales de seguridad que indiquen la conducta a seguir.

- BARANDILLAS

Son estructuras que constan de unos pies apoyados directamente sobre el pavimento y sobre los que van adosados unos elementos horizontales que en mayor o menor número se encuentran unidos a los pies o soportes.

Pueden ser fijas o móviles, y en este último caso, irán unidas entre sí de forma que no queden soluciones de continuidad que permitan el paso a la zona acotada.

Es recomendable que el color de las barandillas contraste con el color de fondo de los alrededores.

- BARRERAS

Cumplen la misma función que las barandillas, pero generalmente acotan zonas más pequeñas.

Cuando, tanto barreras como barandillas están en zonas nocturnas de paso, es conveniente que lleven indicadores luminosos.

- CINTAS DE DELIMITACIÓN

Son cintas plásticas, de unos 50 mm de anchura la mayor parte de las veces, que se colocan generalmente sobre puntas clavadas en el suelo y que delimitan una zona concreta. Normalmente van pintadas de rojo o a bandas rojas y blancas aunque también se pueden encontrar de color amarillo y negro, que como se indica en el Real Decreto se utilizarán para la señalización de desniveles, obstáculos u otros elementos que originen riesgos de caída de personas, choques o golpes.

Es muy corriente, sobre todo en construcción, el observar este tipo de cinta colocada en plantas altas o al borde de desmontes haciendo las veces de una barandilla. Este uso es totalmente incorrecto y es objeto de sanción por parte de las autoridades laborales, pues no proporcionan la resistencia para utilizarlas de barandillas.

- BALIZAMIENTO LUMINOSO

Consiste en un circuito de lámparas fijas o intermitentes que, de acuerdo con un código de colores, nos indican algo.

Hay en el ordenamiento legislativo español multitud de normas que imponen la obligación de delimitar determinadas zonas (Reglamentos de aparatos elevadores, alta y baja tensión, instalaciones frigoríficas, almacenamiento de productos químicos, aparatos a presión, gases licuados del petróleo, etc.) y salvo que las disposiciones legales indiquen otra cosa, en principio es válido realizar la delimitación por medio de este balizamiento.

1.4.1.6. Señales luminosas

La puesta en marcha de una señal luminosa indicará la necesidad de realizar una determinada acción. La señal luminosa deberá permanecer en funcionamiento mientras persista tal necesidad.

Deberán ser sometidas a un mantenimiento cíclico, para verificar periódicamente su buen funcionamiento.

Las características y requisitos de las señales luminosas son las siguientes:

- La luz emitida por la señal luminosa deberá provocar un contraste luminoso adecuado respecto a su entorno para facilitar su percepción, pero sin llegar a producir deslumbramientos.
- Los colores de las señales y los pictogramas deberán ajustarse a lo comentado en los puntos anteriores.
- Una señalización luminosa intermitente indicará una mayor urgencia en la realización de la acción requerida, con respecto a una señal continua. La frecuencia y duración de los destellos deberán permitir la correcta interpretación del mensaje, que no se pueda confundir con otras señales luminosas y así evitar que pueda ser percibida como una señal luminosa continua. Si se combinan o utilizan complementariamente una señal intermitente acústica y otra luminosa, ambas deben ajustarse al mismo código.
- Se evitará colocar próximas señales luminosas que actuando a la vez puedan crear confusión o una errónea interpretación de estas.
- Las señales luminosas para uso en caso de peligro grave, deberán ser sometidas a revisiones o ir provistas de una bombilla auxiliar.

Alumbrado de emergencia

Es evidente que por muy bien que se hayan colocado la señalización y por muy buenas que sean las señales, si no hay luz para verlas difícilmente se obtendrá eficacia. Para obviar este problema, se debe disponer de un sistema de alumbrado de emergencia que entre en funcionamiento cuando la alimentación normal de energía falle.

Las instalaciones destinadas a alumbrado de emergencia tienen por objeto asegurar, en caso de fallo de la alimentación del alumbrado normal, la iluminación en los locales y accesos hasta las salidas, para una eventual evacuación del personal o iluminar otros puntos que se señalen.

El alumbrado de emergencia v iene determinado en la ITC-BT-028 del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (RD 842/2002), clasificando tales como:

- Alumbrado de seguridad:
  - Alumbrado de evacuación.
  - Alumbrado ambiente o antipánico.
  - Alumbrado de zonas de alto riesgo.
- Alumbrado de reemplazamiento.

Alumbrado de evacuación

La intensidad luminosa del alumbrado de emergencia en la que se dice la iluminancia horizontal habrá de ser de al menos de 1 lux en las rutas de evacuación a nivel del suelo y en el eje de los pasos principales, y de 5 lux en los puntos en que estén situados los equipos de las instalaciones de protección contra incendios que exijan utilización maual y en los cuadros de distribución del alumbrado, lo que equivaldría aproximadamente a 0,5 w/m^2. Se especifica también que la relación entre la iluminancia máxima y mínima en el eje de los pasos principales será menor de 40.

Alumbrado ambiente o antipánico

En esta misma ITC se detalla la iluminación ambiente o antipánico, que debe ayudar a los ocupantes a identificar y acceder a las rutas de evacuación e identificar obstáculos. En este aspecto esta iluminación antipánico debe proporcionar una iluminación horizontal mínima de 0,5 lux en todo el espacio considerado, desde el suelo hasta una altura de 1 m.

Alumbrado de zonas de alto riesgo

En actividades potencialmente peligrosas o en un entorno peligroso, permite la interrupción de los trabajos con seguridad para el operador y otros ocupantes del local.

Debe proporcionar una iluminancia mínima de 15 ux o el 10% de iluminancia normal, tomando siempre el mayor de los valores.

La relación entre la iluminancia máxima y mínima en todo el espacio considerado será menor de 10.

El tiempo que deberá funcionar esta iluminación será el necesario para abandonar la actividad o zona de alto riesgo.

Alumbrado de reemplazamiento

Es parte del alumbrado de emergencia que permite la continuidad de las actividades normales.

Cuando este alumbrado proporcione una iluminancia inferior al alumbrado normal, se usará únicamente para teminar el trabajo con seguridad.

En el Código Técnico de Edificación, aprobado en el Real Decreto 314/2006, en su parte II y en el documento básico sobre seguridad de utilización, trata sobre el alumbrado de emergencia, determinando en cuanto a dotación y características de este lo siguiente:

«Los edificios dispondrán de un alumbrado de emergencia que, en caso de fallo del alumbrado normal, suministre la iluminación necesaria para facilitar la visibilidad a los usuarios de manera que puedan abandonar el edificio, evite las situaciones de pánico y permita la visión de las señales indicativas de las salidas y la situación de los equipos y medios de protección existentes.»

Contarán con alumbrado de emergencia en las zonas y los elementos siguientes:

a) todo recinto cuya ocupación sea mayor que 100 personas;
b) los recorridos desde todo *origen de evacuación* hasta el *espacio exterior seguro,* definido así por esta misma norma;
c) los aparcamientos cerrados o cubiertos cuya superficie construida exceda de 100 m^2, incluidos los pasillos y las escaleras que conduzcan hasta el exterior o hasta las zonas generales del edificio;
d) los locales que alberguen equipos generales de las instalaciones de protección contra incendios y los de riesgo especial, indicados en esta misma norma;
e) los aseos generales de planta en edificios de uso público;
f) los lugares en los que se ubican cuadros de distribución o de accionamiento de la instalación de alumbrado de las zonas antes citadas;
g) las señales de seguridad.

El alumbrado de emergencia de las vías de evacuación debe alcanzar al menos el 50% del nivel de iluminación requerido al cabo de los 5 s y el 100% a los 60 s.

La instalación cumplirá las condiciones de servicio que se indican a continuación durante una hora, como mínimo, a partir del instante en que tenga lugar el fallo:

a) En las vías de evacuación cuya anchura no exceda de 2 m, la *iluminancia* horizontal en el suelo debe ser, como mínimo, 1 lux a lo largo del eje central y 0,5 lux en la banda central que comprende al menos la mitad de la anchura de la vía. Las vías de evacuación con anchura superior a 2 m pueden ser tratadas como varias bandas de 2 m de ancura, como máximo.
b) En los puntos en los que estén situados los equipos de seguridad, las instalaciones de protección contra incendios de utilización manual y los cuadros de distribución del alumbrado, la *iluminancia* horizontal será de 5 lux, como mínimo.
c) A lo largo de la línea central de una vía de evacuación, la relación entre la *iluminancia* máxima y la mínima no debe ser mayor que 40:1.
d) Los niveles de iluminación establecidos deben obtenerse considerando nulo el factor de reflexión sobre paredes y techos y contemplando un factor de mantenimiento que englobe la reducción del rendimiento luminoso debido a la suciedad de las luminarias y al envejecimiento de las lámparas.
e) Con el fin de identificar los colores de seguridad de las señales, el valor mínimo del índice de rendimiento cromático Ra de las lámparas será 40.

Iluminación de las señales de seguridad

La iluminación de las señales de evacuación indicativas de las salidas y de las señales indicativas de los medios manuales de protección contra incendios y de los de primeros auxilios, deben cumplir los siguientes requisitos:

a) la *luminancia* de cualquier área de color de seguridad de la señal debe ser al menos de 2 cd/m^2 en todas las direcciones de visión importantes.
b) la relación de la *luminancia* máxima a la mínima dentro del color blanco o de seguridad no debe ser mayor de 10:1, debiéndose evitar variaciones importantes entre puntos adyacentes:
c) la relación entre la *luminancia* L blanca, y la luminancia L color >10, no será menor que 5:1 ni mayor que 15:1.
d) las señales de seguridad deben estsar iluminadas al menos el 50% de la *iluminancia* requerida, al cabo de 5 s, y al 100% al cabo de 60 s.

Sobre las luminancias del alumbrado de emergencia se pueden colocar señales o carteles que usen los colores y símbolos de seguridad normalizados.

Para que el alumbrado de emergencia se considere aceptable ha de cumplir las siguientes condiciones:

- El circuito de emergencia estará conectado al circuito normal de alumbrado.
- Las luminarias han de poseer una lámpara testigo de buen funcionamiento que, al estar iluminada, indique el perfecto estado del circuito de carga.
- También deben llevar un interruptor de prueba que permita comprobar el buen funcionamiento de la lámpara.
- Sería deseable que además de lo anterior las lámparas dispongan de un dispositivo acústico que actúe cuando el funcionamiento o sea correcto.

En caso de que las luminarias dispongan de señales o carteles colocados sobre ellas, ha de hacerse de tal forma que el nivel de iluminación de las mismas alcance el mínimo establecido por la norma.

1.4.1.7. Señales gestuales

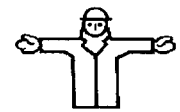
Los gestos utilizados deben de ser precisos, simples, fáciles de realizar y comprender, y que no puedan ser confundidos con otro tipo de gesto.

Sólo habrá un encargado de las señales, a no ser que sea imposible seguir todo el desarrollo de las maniobras, por motivos de seguridad o visuales. Además, este encargado deberá dedicarse exclusivamente a dirigir las maniobras y a velar por la seguridad de los trabajadores situados en las proximidades.

El encargado de las señales llevará uno o varios elementos de identificación apropiados tales como chaqueta, manguitos, brazal o casco y, cuando sea necesario, raquetas. De esta manera será fácilmente reconocido por el operador.

A continuación se muestran gestos codificados, lo cual no impide que se puedan emplearse otros códigos, en particular en determinados sectores de actividad, aplicables a nivel comunitario e indicadores de idénticas maniobras:

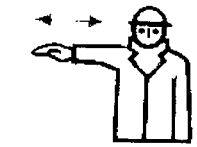
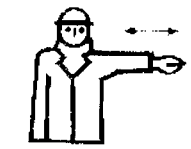
A) Gestos generales

Significado	Descripción	Ilustración
COMIENZO Atención Toma de mando	Los dos brazos extendidos de forma horizontal, las palmas de las manos hacia delante.	
ALTO Interrupción Fin del movimiento	El brazo derecho extendido hacia arriba, la palma de la mano derecha hacia delante.	
FIN de las operaciones	Las dos manos juntas a la altura del pecho.	

B) Movimientos verticales

Significado	Descripción	Ilustración
IZAR	Brazo derecho extendido hacia arriba, la palma de la mano derecha delante describiendo lentamente un círculo.	
BAJAR	Brazo derecho extendido hacia abajo, palma de la mano derecha hacia el interior, describiendo lentamente un círculo.	
DISTANCIA VERTICAL	Las manos indican la distancia.	

C) Movimientos horizontales

Significado	Descripción	Ilustración
AVANZAR	Los dos brazos doblados, las palmas de las manos hacia el interior, los antebrazos se mueven lentamente hacia el cuerpo.	
RETROCEDER	Los dos brazos doblados, las palmas de las manos hacia el exterior, los antebrazos se mueven lentamente, alejándose del cuerpo.	
HACIA LA DERECHA Con respecto al encargado de las señales	El brazo derecho extendido más o menos en horizontal, la palma de la mano derecha hacia abajo, hace pequeños movimientos lentos indicando la dirección.	
HACIA LA IZQUIERDA Con respecto al encargado de las señales	El brazo izquierdo extendido más o menos en horizontal, la palma de la mano izquierda hacia abajo, hace pequeños movimientos lentos indicando la dirección.	
DISTANCIA HORIZONTAL	Las manos indican la distancia.	

D) Peligro

Significado	Descripción	Ilustración
PELIGRO Alto o parada de emergencia	Los dos brazos extendidos hacia arriba, las palmas de las manos hacia adelante.	
RÁPIDO	Los gestos codificados referidos a los movimientos se hacen con rapidez.	
LENTO	Los gestos codificados referidos a los movimientos se hacen muy lentamente.	

1.4.2. Señales acústicas

1.4.2.1. Señalización acústica

Una señal acústica indicará la necesidad de realizar una determinada acción, y se mantendrá mientras persista tal necesidad.

El nivel sonoro de la señal acústica deberá superar al nivel sonoro ambiental, de manera que pueda ser perfectamente distinguido, pero sin llegar a molestar. Si el nivel sonoro ambiental es demasiado alto, debe desecharse la utilización de este tipo de señal.

El tono, o en señales intermitentes, la duración, intervalo y agrupación de los impulsos debe distinguirse perfectamente de otras señales acústicas utilizadas, no utilizando dos señales sonoras simultáneamente.

Las señales acústicas de tonos o intensidad variables o intermitentes indicarán mayor grado de peligro o mayor urgencia, en contraste con otras señales continuas.

El sonido de una señal de evacuación deberá ser continuo.

1.4.2.2. Comunicaciones verbales

Se establecen entre un locutor o emisor y uno o varios oyentes, utilizando un lenguaje de textos cortos, frases, grupos de palabras o palabras aisladas, eventualmente codificados. Deberán ser tan cortos y claros como sea posible.

Las personas implicadas en la tarea deberán conocer perfectamente el lenguaje utilizado, para actuar en consecuencia una vez emitidos o recibidas las instrucciones.

Si la comunicación verbal se utiliza en lugar o como complemento de señales gestuales, habrá que utilizar palabras tales como, por ejemplo: (RD 485/97, anexo V, punto 2)

- **Comienzo**: para indicar la toma de mando.
- **Alto**: para interrumpir o finalizar un movimiento.
- **Fin**: para finalizar las operaciones.
- **Izar**: para izar una carga.
- **Bajar**: para bajar una carga.
- **Avanzar, retroceder, a la derecha, a la izquierda**: para indicar el sentido de un movimiento.
- **Peligro**: para efectuar una parada de emergencia.
- **Rápido**: para acelerar un movimiento por razones de seguridad.

1.4.3. Señalización olfativa

Se basa en la difusión de olores predeterminados que son apreciados por el sentido del olfato. Sin embargo, el sentido del olfato es menos predecible en sus respuestas que la vista o el oído; en consecuencia, cuando se pretenda efectuar una señalización olfativa es necesario tener en cuenta una serie de factores limitativos, entre los que podemos relacionar los siguientes:

- Emitida una determinada cantidad de substancia odorante, la señal que llega al posible observador depende de los factores climatológicos, del día y de la topografía del terreno.
- Además de lo anterior, hay que resaltar que la respuesta del observador tampoco es uniforme ya que depende de su sensibilidad específica, la edad, el sexo e incluso del estado de salud de ese momento.

- Otro factor a tener en cuenta es que se presentan fenómenos de adaptación al estímulo oloroso que hacen que la percepción pueda incluso desaparecer; así, una persona sometida a una determinada concentración de un olor determinado, detecta en primera instancia concentraciones ínfimas de producto odorante, pero con el paso del tiempo y manteniendo la misma concentración, el olfato se va adaptando y se llega a no percibir el olor. Si vamos elevando la concentración con objeto de mantener la misma sensación, llega un momento en que los receptores olfativos se saturan y dejan de dar respuesta.

Como consecuencia de todo lo anterior, este sistema de señalización queda relegado a servir de sistema de alarma ante fugas de gases incoloros no detectables por los otros sentidos del cuerpo.

La única disposición legal que ordena la realización de un sistema de señalización olfativa es el D/2913/73 del 26-10-73 que aprueba el Reglamento del Servicio Público de Gases Combustibles y que en su capítulo V, artículo 33 apartado D indica:

«El gas deberá ser odorizado de forma que cualquier fuga pueda ser detectada con facilidad cuando exista una mezcla cuya producción volumétrica sea 1/5 de la correspondiente al Límite Inferior de Inflamabilidad».

No se indica con qué sustancias ha de odorizarse. A título de ejemplo la Compañía de Gas utiliza tetrahidrotiofeno a una concentración de 7,4% en volumen.

En alguna otra disposición, sobre todo en las relacionadas con productos tóxicos o peligrosos, se dice implícitamente que ha de odorizarse el producto para evitar confusiones. Esto es aplicado por casi todos los fabricantes de plaguicidas que dan olores más o menos repugnantes a sus preparados.

1.4.4. Señalización tactil

El fundamento de esta señalización está en la distinta sensación que experimentamos cuando tocamos algo con cualquier parte del cuerpo. La sensibilidad con que apreciamos las diferencias de tacto es muy variable según la parte del cuerpo con la que se efectúa el contacto, siendo una de las partes más sensibles la palma de la mano.

A pesar de que esta forma de señalización no está contemplada en ninguna legislación, creemos que tiene una importancia potencial tal que debería estar presente en el diseño de todos los órganos de mando, herramientas manuales y cualquier objeto de uso manual ya que nos permite saber, sin necesidad de una observación visual precisa, si lo que se está tocando es seguro o no, es lo que deseamos accionar, es el mando adecuado para la acción requerida, etc., de esta forma se podría ayudar a discriminar entre una forma segura de actuar se dirá que no lo es.

Las modernas tendencias ergonómicas están haciendo cada vez mayor hincapié en este tipo de señalización, que hasta la fecha sólo se ha usado para la reeducación de deficientes visuales.

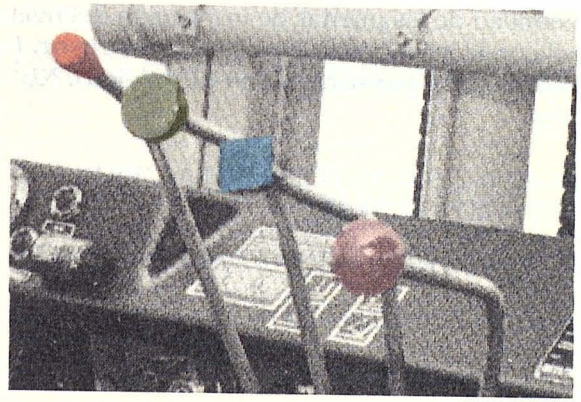


Figura 15. Señalización táctil.

1.5. Algunas señalizaciones obligatorias

A continuación se nombran algunas de las obligaciones legales en España sobre el tema de señalización:

- ITC-MIE-AEM-1 SOBRE ASCENSORES MOVIDOS ELÉCTRICA, HIDRÁULICA U OLOELÉCTRICAMENTE (0/23-9-87 Y O 12-9-91):

Artículo 15.4.1:

Un cartel que tenga al menos la inscripción «**Máquina de ascensor. Peligro. Acceso prohibido a toda persona ajena al servicio**» debe ser colocado sobre la cara exterior de las puertas o trampilla de acceso a las máquinas y a las poleas.

En el caso de trampillas, un cartel visible para los que utilizan la trampilla debe indicar permanentemente «**Peligro de caída. Cerrar trampilla**».

Artículo 15.4.2:

Deben existir carteles que permitan identificar fácilmente el o los interruptores principales y los interruptores de alumbrado.

Si existen máquinas de varios ascensores en el mismo cuarto, los carteles deben permitir identificar los interruptores correspondientes a cada ascensor.

Artículo 15.5.1:

En la proximidad de las puertas de inspección del hueco debe ponerse un cartel con la inscripción «**Hueco del ascensor. Peligro. Acceso prohibido a toda persona ajena al servicio. No olvidar cerrar con llave**».

- ITC-MIE-AEM-2 GRUAS TORRE PARA OBRAS U OTRAS APLICACIONES (RD 836/2003):

Anexo II: punto 2; identificación y características técnicas de la grúa torre.

Anexo III: punto 7; indicaciones de maniobras y poleas.

- REGLAMENTO DE APARATOS ELEVADORES PARA OBRAS (O/23-5-77):

Artículo 78:

En los accesos de los cercados de máquinas o de poleas han de colocarse unos rótulos con la siguiente inscripción: «**Cercado de maquinaria del aparato elevador para obra. Peligro. Se prohibe la entrada a toda persona ajena al servicio**».

Asimismo han de colocarse en el cercado las instrucciones a seguir en caso de paro fortuito.

Artículo 79:

En los aparatos elevadores para obras cuya utilización esté únicamente reservada a usuarios autorizados y advertidos ha de figurar la inscripción «**Aparato elevador. Prohibido a las personas no autorizadas**».

- DISPOSICIONES MÍNIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD APLICABLES A LOS TRABAJOS CON RIESGO DE EXPOSICIÓN AL AMIANTO (RD 3099/77):

Artículo 37:

En el interior y exterior de la sala de máquinas figurará un cartel con las siguientes indicaciones:

a) Instrucciones claras y precisas para paro de la instalación, en caso de emergencia.
b) Nombre, dirección y teléfono de la persona encargada y del taller o talleres para solicitar asistencia.
c) Dirección y teléfono del servicio de bomberos más próximo a la instalación o planta.

- ITC-MIE-IF-011 CÁMARAS DE ATMÓSFERA ARTIFICIAL (O/24-1-76):

Punto 2-j:

...En las cámaras se prohibirá fumar y a la entrada se dispondrá un cartel de «prohibido fumar», no permitiéndose la entrada de personas que lleven aparatos productores de llama o todo aquello que pueda producir chispas, incluido el calzado.

- REGLAMENTO SOBRE TRABAJO CON RIESGO DE AMIANTO (O/31-10-84):

Artículo 7. Medidas organizativas:

d) Los lugares de tabajo donde dichas actividades se realicen:

1º estén claramente delimitados y señalizados por paneles y señales, de conformidad con la normativa de señalización de seguridad y salud en el trabajo.

- PROTECCIÓN DE LOS TRABAJADORES CONTRAA LOS RIESGOS RELACIONADOS CON LA EXPOSICIÓN A AGENTES CANCERÍGENOS (Real Decreto 665/1997)):

Artículo 5. Prevención y reducción de la exposición:

...

— i) delimitar las zonas de riesgo, estableciendo una señalización de seguridad y salud adecuada, que incluya la prohibición de

fumar, y permita el acceso a la misma sólo al personal que deba operar en ells, excluyendo a los trabajadores especialmente sensib les a estos riesgos.

— j) velar para que todos los recipientes, envases e instalaciones qe contengan agentes cancerígenos o mutagénicos estén etiquetados de manera clara y legible y colocar señales de peligro claramente visibles, de conformidad todo ello con la normativa vigente en la materia.

- PROTECCIÓN DE LA SALUD Y SEGURIDAD DE LOS TRABAJADORES CONTRA LOS RIESGOS RELACIONADOS CON LOS AGENTES QUÍMICOS DURANTE EL TRABAJO (Real Decreto 374/2001):

Artículo 9. Información y frmación de los trabajadores:

...

4. La señalización de los recipientes y conducciones utilizadas para los agentes químicos peligrosos en el lugar de trabajo deberán satisfacer los requisitos establecidos por el Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo y, en particular, en el apartado 4 del anexo VII de dicha norma.

- REGLAMENTO DE ALMACENAMIENTO DE PRODUCTOS QUÍMICOS E INSTRUCCIONES TÉCNICAS COMPLEMENTARIAS (RD 379/2001):

Se especifica en relación a la señalización la obligatoriedad de señallizar los riesgos presentes de acuerdo con los dispuesto en el Real Decreto 485/97 de señalización en lugares de trabajo.

- PROTECCIÓN DE LOS TRABAJADORES FRENTE A LOS RIESGOS RELACIONADOS CON LA EXPOSICIÓN AL RUIDO DURANTE EL TRABAJO (Real Decreto 286/2006):

Sobre la base de la evaluación del riesgo mencionada en el artículo 6, los lugares de trabajo en que los trabajadores puedan verse expuestos a niveles de ruido que sobrepasen los valores superiores de exposición que dan lugar a una acción, serán objeto de una señalilzación apropiada de conformidad con lo dispuesto en el Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo. Asimismo, cuando sea viable desde el punto de vista técnico y el riesgo de exposición lo justifique, se delimitarán dicos lugares y se limitará el acceso a ello.

Art. 4º

...

3. Sobre la base de la evaluación de riesgos mencionada en el artículo 6, lo lugares de trabajo en que los trabajadores puedan verse expuestos a niveles de ruido que sobrepasen los valores de exposición que dan lugar a una acción (80 dB (A) o/y Lpico = 125 dB (C), serán objeto de una señalización apropiada de conformidad con lo dispuesto en el Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo. Asimismo, cuando sea viable desde el punto de vista técnico y el riesgo de exosición lo justifique, se delimitarán dichos lugares y se limitará el acceso a ellos.

- REAL DECRETO 13/1992, DE 17 DE ENERO, POR EL QUE SE APRUEBA EL REGLAMENTO GENERAL DE CIRCULACIÓN, PARA LA APLICACIÓN Y DESARROLLO DEL TEXTO ARTICULADO DE LA LEY SOBRE TRÁFICO, CIRCULACIÓN DE VEHÍCULOS A MOTOR Y SEGURIDAD VIAL.

— Título IV. De la señalización.

- REAL DECRETO 2115/1998, DE 2 DE OCTUBRE, SOBRE TRANSPORTE DE MERCANCÍAS PELIGROSAS POR CARRETERA.

El Real Decreto exige la aplicación al transporte interno de las normas del Acuerdo Europeo sobre el Transporte de Mercancías Peligrosas por Carretera (ADR), celebrado en Ginebra el 30 de septiembre de 1957, con sus modificaciones si bien permite mantener algunas diferencias concretas para casos particulares.

PANELES DE COLOR NARANJA

Los vehículos que transporten mercancías peligrosas deberán llevar en sus partes delantera y trasera una señal indicativa como la de la Figura 16. La señal será de color naranja retro-reflectante, con un reborde de negro. Se fijará uno en la parte delantera de la unidad de transporte y el otro en la parte trasera y habrán de ser bien visibles.

Si estos vehículos-cisterna o unidades de transporte están constituidos por una o varias cisternas que transportan materias peligrosas, deberán llevar, además, sobre los costados de cada cisterna, panel de color naranja idénticos a los descritos anteriormente, de manera que sean claramente visibles. Si las cisternas están compartimentalizadas y se transportan distintos productos, se deberán señalizar independientemente. Estos paneles de color naranja deberán ir provistos de los códigos de peligro y de producto para cada una de las materias transportadas en la cisterna o en sus compartimentos.

Si se transporta solamente una materia peligrosa y los paneles colocados en la parte delantera y trasera van provistos de los códigos de peligro y producto, no serán necesarias las señalizaciones laterales.

Los números de identificación estarán constituidos por cifras de color negro y separados por una línea negra en la parte central. En la parte superior del panel irá colocado el número de identificación del peligro y en la inferior el número de identificación de la materia.

El código de peligro se compone de dos o tres cifras, que indican, en general, lo siguiente:

2. Gas.
3. Inflamabilidad de materias líquidas (vapores) y gases o materia líquida susceptible de autocalentamiento.
4. Inflamabilidad de materias sólidas o materias sólidas susceptibles de autocalentamiento.
5. Materia comburente (favorece el incendio).
6. Toxicidad o peligro de infección.
7. Radiactividad.
8. Corrosividad.
9. Peligro de reacción violenta espontánea.

La primera cifra marca el peligro principal y las otras dos los subsidiarios. No es imprescindible que aparezcan las tres cifras ya que esto depende de la sustancia transportada. Cuando las dos cifras son iguales, nos está indicando una intensificación del peligro; así 6 indica materia tóxica y 66 materia muy tóxica, esto es cierto en todas las combinaciones exceptuando algunas con significado específico (por ejemplo 22 quiere decir gas refrigerado).

Cuando el número de identificación del peligro está precedido por la letra «X» indica que la sustancia reacciona de manera peligrosa con el agua. (Por ejemplo X886 indica que el material transportado es una materia muy corrosiva y tóxica, que reacciona peligrosamente con el agua).



Figura 16. Placa identificativa.

La parte de abajo de la señal debe llevar un número de cuatro cifras, código del producto, asignadas por la ONU y es el número de identidad asignado a cada materia.

ETIQUETAS DE PELIGRO

Los vehículos que transporten materias peligrosas sólidas a granel y los vehículos con cisternas fijas o desmontables deben igualmente llevar sobre los dos costados laterales y en la parte trasera, las etiquetas de peligro de cada clase transportada.

Las etiquetas correspondientes a cada clase de materia peligrosa son las representadas a continuación:



Figura 17. Etiquetas de sustancias peligrosas.

- REGLAMENTO SOBRE CLASIFICACIÓN, ENVASADO Y ETIQUETADO DE SUSTANCIAS PELIGROSAS (Real Decreto 363/1995, modificado por Real Decreto 1802/2008).
- REGLAMENTO SOBRE CLASIFICACIÓN, ENVASADO Y ETIQUETADO DE PREPARADOS PELIGROSOS (Real Decreto 1078/1993, modificado por Real Decreto 1426/1998).

Ambas disposiciones legales imponen la obligación sobre el etiquetado de sustancias y preparados peligrosos.

Las etiquetas deberán mostrar los símbolos en negro sobre un fondo amarillo anaranjado

Junto con estas señales, la etiqueta del producto debe llevar impresas una serie de frases denominadas frases R (riesgos específicos del producto) y frases S (consejos de prudencia relativos al mismo).

- REAL DECRETO 2000/79 SOBRE NORMATIVA DE CARGA Y CONTROL DE LA CANTIDAD CARGADA EN EL TRANSPORTE DE MERCANCÍAS PELIGROSAS POR CARRETERA.

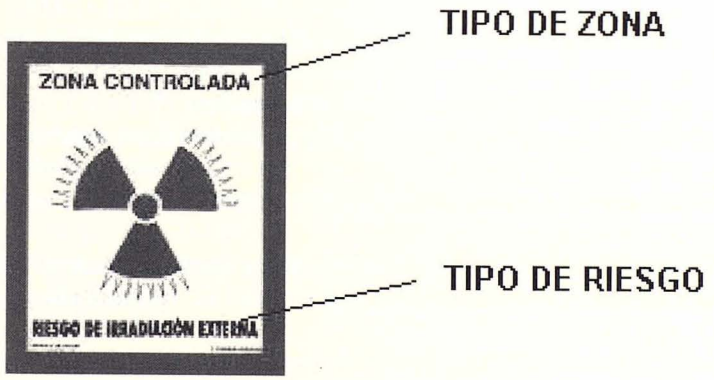
Desde el punto de vista del presente capítulo, la aplicación de esta norma se reduce a la obligatoriedad de colocar una señal de peligro indefinido de la aprobadas por la normativa que afecta a la circulación de vehículos junto con un cartel blanco sobre el que se habrá escrito con letras negras el siguiente texto: ATENCIÓN VEHÍCULO EN CARGA, tal y como se representa en la Figura 18:



Figura 18

- REGLAMENTO SOBRE PROTECCIÓN SANITARIA CONTRA RADIACIONES IONIZANTES (Real Decreto 783/2001)

Esta normativa marca las indicaciones que hay que colocar en las distintas zonas definidas en la misma. Las señales a utilizar se esquematizan en la Figura 19 asumiendo lo establecido en la UNE EN-73-302. Estas señales se colocarán de forma bien visible en la entrada y en lugares significativos de las distintas zonas.



TIPO DE ZONA	COLOR
Zona vigilada	Gris magenta
Zona controlada	Verde
Zona de permanencia limitada	Amarillo
Zona de permanencia reglamentada	Naranja
Zona de acceso prohibido	Rojo

Figura 19. Señales sobre protección sanitaria contra radiaciones ionizantes.

- REAL DECRETO 1435/1992, DE 27 DE NOVIEMBRE, POR EL QUE SE DICTAN LAS DISPOSICIONES DE APLICACIÓN DE LA DIRECTIVA DEL CONSEJO 89/392/CEE, RELATIVA A LA APROXIMACIÓN DE LAS LEGISLACIONES DE LOS ESADOS MIEMBROS SOBRE MÁQUINAS.

Art. 10.2. El marcado «CE» deberá ponerse en la máquina de manera clara y visible, de conformidad con ...»

- REAL DECRETO 486/1997, DE 14 DE ABRIL, POR EL QUE SE ESTABLECEN LAS DISPOSICIONES MÍNIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD EN LOS LUGARES DE TRABAJO.

2.4.º Las zonas de los lugares de trabajo en las que exista riesgo de caída, de caída de objetos o de contacto o exposición a elementos agresivos, deberán estar claramente señalizadas.

4.1.º Los tabiques transparentes o translúcidos y, en especial, los tabiques acristalados situados en los locales o en las proximidades de los puestos de trabajo y vías de circulación, deberán estar claramente señalizados ...

5.7.º Siempre que sea necesario para garantizar la seguridad de los trabajadores, el trazado de las vías de circulación deberá estar claramente señalizado.

6.1.º Las puertas transparentes deberán tener una señalización a la altura de la vista.

6.8.º Los portones destinados básicamente a la circulación de vehículos deberán poder ser utilizados por los peatones sin riesgos para su seguridad, o bien deberán disponer en su proximidad inmediata de puertas destinadas a tal fin, expeditas y claramente señalizadas.

10.6.º Las puertas situadas en los recorridos de las vías de evacuación deberán estar señalizadas de manera adecuada....

10.7.º Las vías y salidas específicas de evacuación deberán señalizarse conforme a lo establecido en el Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de señalización de seguridad y salud en el trabajo. Esta señalización deberá fijarse en los lugares adecuados y ser duradera.

11.3.º Los dispositivos no automáticos de lucha contra incendios...deberán señalizarse ...

Anexo IV, A).7. El material y locales de primeros auxilios deberán estar claramente señalizados.

- REAL DECRETO 664/1997, DE 12 DE MAYO, SOBRE LA PROTECCIÓN DE LOS TRABAJADORES CONTRA LOS RIESGOS RELACIONADOS CON LA EXPOSICIÓN A AGENTES BIOLÓGICOS DURANTE EL TRABAJO.

Art. 6.g. Utilización de una señal de peligro biológico como la indicada en el anexo III de este Real Decreto, así como de otras señales de advertencia pertinentes.

- REAL DECRETO 1215/1997, DE 18 DE JULIO, POR EL QUE SE ESTABLECEN LAS DISPOSICIONES MÍNIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD PARA LA UTILIZACIÓN POR LOS TRABAJADORES DE LOS EQUIPOS DE TRABAJO.

Anexo I, 1.13. El equipo de trabajo deberá llevar las advertencias y señalizaciones indispensables para garantizar la seguridad de los trabajadores.

Anexo I, 2.1.g) Los equipos de trabajo que por su movilidad o por la de las cargas que desplacen puedan suponer un riesgo, en las condiciones de uso previstas, para la seguridad de los trabajadores situados en sus proximidades, deberán ir provistos de una señalización acústica de advertencia.

Anexo I, 2.2.b) En las máquinas para elevación de cargas deberá figurar una indicación claramente visible de su carga nominal y, en su caso, una placa de carga que estipule la carga nominal de cada configuración de la máquina.

- REAL DECRETO 1216/1997, DE 18 DE JULIO, POR EL QUE SE ESTABLECEN LAS DISPOSICIONES MÍNIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO A BORDO DE LOS BUQUES DE PESCA.

Art. 6.3. La formación se impartirá ... diferentes métodos de señalización, en particular mediante comunicación gestual.

Otros artículos relacionados: Anexo I,2.3; anexo I,2.9; Anexo I,4.4; anexo I,5.3; anexo I,12.5; anexo II,2.3.; anexo II,2.9; anexo II,4.3.; anexo II,5.3; anexo II,12.5.

- REAL DECRETO 1389/1997, DE 5 DE SEPTIEMBRE, POR EL QUE SE APRUEBAN LAS DISPOSICIONES MÍNIMAS DESTINADAS A PROTEGER LA SEGURIDAD Y LA SALUD DE LOS TRABAJADORES EN LAS ACTIVIDADES MINERAS.

Art. 6. El empresario velará por la existencia y mantenimiento de los medios de evacuación y de salvamento adecuados, a fin de que los trabajadores, en caso de peligro, puedan evacuar los lugares de trabajo sin dificultad, rápidamente y con total seguridad.

Anexo, parte A, 4, 4.º e). Los dispositivos de lucha contra incendios deberán señalizarse conforme a lo establecido en la legislación vigente. Dicha señalización deberá fijarse en los lugares adecuados y deberá ser duradera.

Anexo, parte A, 8, 1.º y 2.º: Las zonas de peligro deberán estar señalizadas de manera claramente visible. Si los lugares de trabajo albergan zonas de peligro debidas a la índole del trabajo, con riesgo de caídas del trabajador o de objetos, estos lugares deberán estar equipados y convenientemente señalizados con dispositivos que impidan, en la medida de lo posible, que los trabajadores no autorizados puedan penetrar en las zonas de peligro.

Anexo, parte A, 9, 7.º: Las vías y salidas específicas de emergencia deberán señalizarse conforme a lo establecido en la legislación vigente.

Anexo, parte A, 10, 2.º: Deberá disponerse de equipos de rescate listos para su utilización en lugares de fácil acceso y convenientemente situados, y deberán señalizarse conforme a lo dispuesto en la legislación vigente.

Anexo, parte A, 12, 1.º: ... equipos de primeros auxilios ... deberán estar señalizados de forma adecuada y ser de fácil acceso.

Anexo, parte A, 12, 3.º: Los locales destinados a los primeros auxilios ... deberán señalizarse conforme a lo establecido en la legislación vigente.

Anexo, parte A, 16, 5.º b): Las puertas transparentes deberán ir provistas de una señalización a la altura de la vista.

Anexo, parte A, 16, 5.º g): Las puertas situadas en los recorridos de las vías de emergencia deberán estar señalizadas de manera adecuada.

- REAL DECRETO 1627/1997, DE 24 DE OCTUBRE, POR EL QUE SE ESTABLECEN DISPOSICIONES MÍNIMAS DE SEGURIDAD Y DE SALUD EN LAS OBRAS DE CONSTRUCCIÓN.

Anexo IV, parte A, 4, d): Las vías y salidas específicas de emergencia deberán señalizarse ...

Anexo IV, parte A, 5, c): Los dispositivos de lucha contra incendios y sistemas de alarma ... Deberán estar señalizados ....

Anexo IV, parte A, 10, c): Las puertas y portones situados en el recorrido de las vías de emergencia deberán estar señalizados de manera adecuada.

Anexo IV, parte A, 10, d): En las proximidades inmediatas de los portones destinados sobre todo a la circulación de vehículos deberán existir puertas para la circulación de los peatones, salvo en caso de que el paso sea seguro para éstos. Dichas puertas deberán estar señalizadas de manera claramente visible y permanecer expeditas en todo momento.

Anexo IV, parte A, 11, b): ... Se señalizarán claramente las vías y se procederá regularmente a su control y mantenimiento.

Anexo IV, parte A, 14, c): Los locales para primeros auxilios ... Deberán estar señalizados conforme al Real Decreto sobre señalización de seguridad y salud en el trabajo.

Anexo IV, parte A, 19, a): Los accesos y el perímetro de la obra deberán señalizarse y destacarse de manera que sean claramente visibles e identificables.

Anexo IV, parte B, 7, b): Las puertas transparentes deberán tener una señalización a la altura de la vista.

Anexo IV, parte C, 6, c): En los aparatos elevadores y en los accesorios de izado se deberá colocar, de manera visible, la indicación del valor de su carga máxima.

Anexo IV, parte C, 10, b): Las instalaciones existentes antes del comienzo de la obra deberán estar localizadas, verificadas y señalizadas claramente.

Anexo IV, parte C, 10, c): Cuando existan líneas de tendido eléctrico aéreas que puedan afectar a la seguridad en la obra será necesario desviarlas fuera del recinto de la obra o dejarlas sin tensión. Si esto no fuera posible, se colocarán barreras o avisos para que los vehículos y las instalaciones se mantengan alejados de las mismas. En caso de que vehículos de la obra tuvieran que circular bajo el tendido se utilizarán

una señalización de advertencia y una protección de delimitación de altura.

1.6. COLORES DE SEÑALIZACIÓN

El campo de la señalización por medio del color no queda restringido a uso de señales o avisos de seguridad sino que es mucho más amplio, ya que, en términos generales, el color puede utilizarse para identificar algo sin necesidad de indicación escrita o para resaltar o indicar cualquier cosa. Esto está tan generalizado que todo el mundo identifica el color rojo con los equipos de lucha contra incendios o el naranja fuerte con las botellas de gases licuados del petróleo para uso doméstico, en este último caso incluso ha pasado a ser denominación común del color que, en términos coloquiales, se denomina color butano.

A continuación vamos a repasar todas aquellas aplicaciones del color que están reglamentadas por alguna disposición legal; después veremos las que sin ser ley están reguladas por alguna norma y por último, trataremos también la utilización del color en el ambiente de trabajo.

1.6.1. Aplicaciones obligatorias de colores

1.6.1.1. Reglamento de Equipos de a Presión (RD 2060/2008)

Este Reglamento en sus Instrucción Técnicas Complementarias EP-6 define las normas para la señalización de recipientes transportables, entre estos las botellas y botellones de gases comprimidos, licuados y disueltos a presión.

Debe tenerse en cuenta que para estos recipientes ya existentes es de aplicación el anterior Reglamento de Aparatos a Presión en su instrucción AP-7, reglamento e instrucción derogados por el mencionado RD 2060/2008.

No obstante se incluye esta instrucción técnica como referente todavía válido.

- ITC-MIE-AP7

La norma 5 de esta instrucción indica en su apartado 4 que todas las botellas y botellones de gases comprimidos, licuados y disueltos a

presión han de poder ser identificados por medio de una adecuada combinación de colores que pintan tanto el cuerpo como la ojiva de la botella y en algunos casos se introduce una banda de color distinto entre el cuerpo y la ojiva (ver Figura 19).

Las normas a seguir son las que se marcan a continuación:

El cuerpo de la botella irá pintado en un color que denotará las principales características del gas contenido de acuerdo con el siguiente código:

— Inflamables y combustibles: Rojo.
— Oxidantes e inertes: Negro o gris.
— Tóxicos y venenosos: Verde.
— Corrosivos: Amarillo.
— Butano y propano industriales: Naranja.
— Mezclas de calibración: Gris plateado.

Cada gas de cada uno de los grupos anteriores se identificará por los colores de la ojiva y de una franja de 5 centímetros de anchura situada entre la ojiva y el cuerpo.

Cuando el gas esté destinado a uso medicinal se pintará en la ojiva la Cruz de Ginebra en color rojo sobre fondo blanco.

La ITC admite algunas excepciones a la regla general, siendo éstas las siguientes:

- En caso de contener aire comprimido destinado a uso humano toda la botella será de color amarillo.
- En botellas de butano-propano para uso doméstico, se podrán utilizar otros colores siempre que no induzcan a confusión.
- En casos especiales y previa autorización de la Administración podrán utilizarse otros colores o combinaciones distintas de los mismos.

En el caso de que las botellas lleven mezclas de gases, el cuerpo se pintará en el color correspondiente al componente mayoritario y la ojiva se dividirá en cuarterones con el color correspondiente al de la ojiva de los gases que componen la mezcla. Los criterios a seguir son los siguientes:

— Mezclas de dos componentes:

  Se pintarán los colores correspondientes a cada uno de ellos sobre cuarterones opuestos.

— Mezclas de tres componentes con uno mayoritario:

Se pintarán dos cuarterones opuestos con el color del componente mayoritario y los otros con los colores del resto de los componentes.

— Mezclas de cuatro componentes:

Se pintará cada uno de los cuarterones en el color de cada componente.

En el nuevo RD 2060/2008 se especifica lo siguiente:

Artículo 4. Colores de identificación.

1. Al objeto de identificar el gas o mezcla de gases contenidos y los riesgos asociados a los mismos, los recipientes a presión transportables incluidos en el ámbito de aplicación de la presente ITC se atendrán a lo indicado en la norma UNE EN 1089-3.

   Los recipientes que cumplan con la citada norma deberán identificarse con la letra «N», marcada dos veces en puntos diametralmente opuestos sobre la ojiva y con un color distinto al de la misma.

2. Como excepción a lo indicado en el apartado anterior:
   a. Las botellas destinadas a contener butano o propano o sus mezclas, se regirán de acuerdo con lo que establece el Real Decreto 1085/1992, de 11 de septiembre, por el que se aprueba el Reglamento de la actividad de distribución de gases licuados del petróleo.
   b. Los botellones criogénicos deberán ir en colores claros (banco, plateado, etc.) e identificarán el gas contenido, pintando su nombre en el cuerpo del mismo con letras de un mínimo de 5 centímetros de altura, en dos lugares opuestos, si el espacio lo permite.

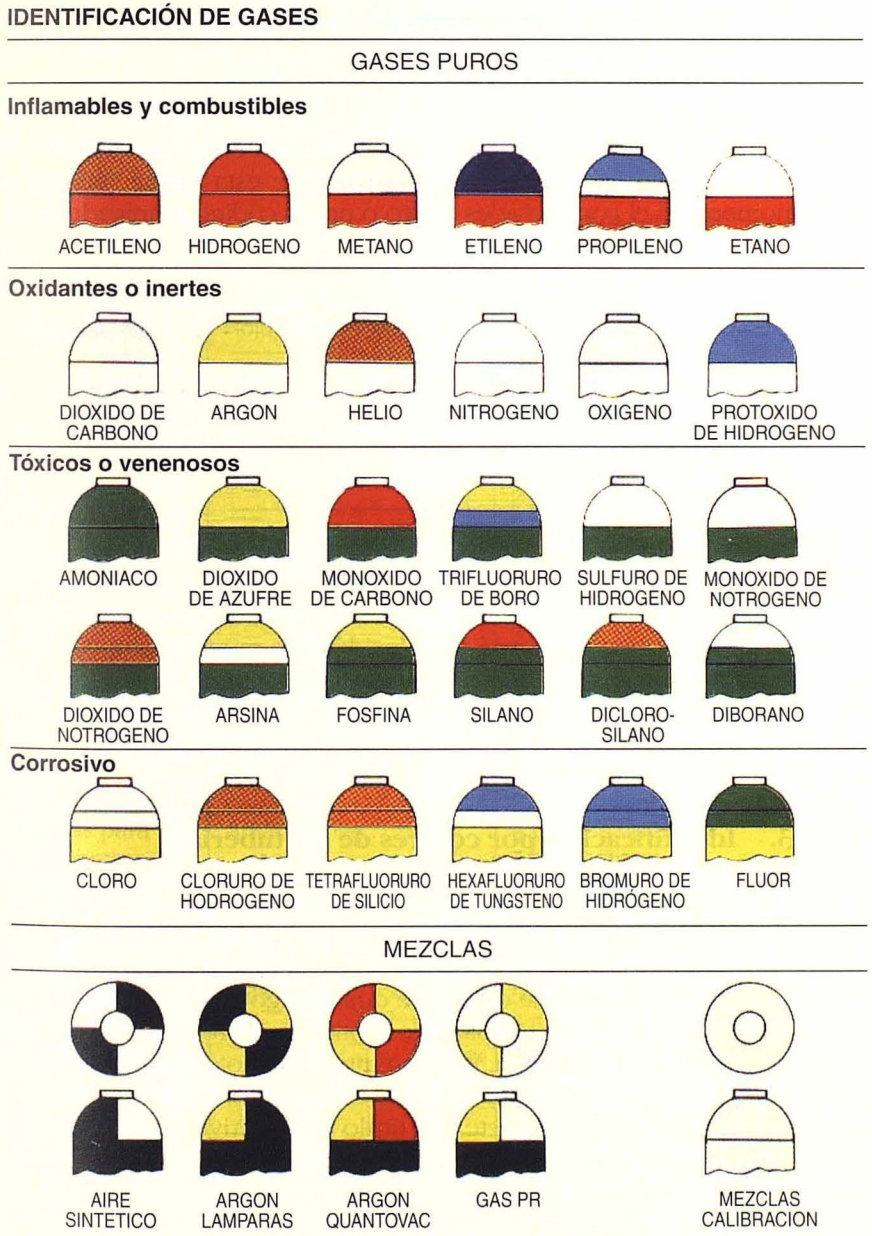


Figura 20. Identificación de botellas y botellones de gases comprimidos.

1.6.1.2. Reglamento electrotécnico para baja tensión (RD 842/2002)

Este Reglamento en su instrucción ITC-BT-109, apartado 2.2.4 establece que los conductores eléctricos presentes en las instalaciones deben estar identificados por colores, para, de esta forma, saber en todo momento si el conductor es activo o no. El código empleado es el siguiente:

NEUTRO	Azul claro.
PROTECCIÓN	Amarillo-verde.
FASE 1.ª	Negro.
FASE 2.ª	Marrón.
FASE 3.ª	Gris.

Las fases pueden ser de un solo color si no inducen a confusión.

Aunque esta obligación está establecida hace mucho tiempo, todavía quedan instaladores que hacen caso omiso de la misma y esto puede dar lugar a graves accidentes cuando el que interviene en la instalación no es el electricista habitual.

1.6.1.3. Identificación por colores de las tuberías

Las tuberías se pintarán con colores distintos para cada fluido o grupo de fluidos de la misma naturaleza que conduzcan.

Es, por tanto, evidente que tenemos que señalizar las conducciones; ahora bien, como no se establece qué código hay que utilizar, en teoría es igualmente correcto usar uno u otro, siempre que los trabajadores de la planta lo conozcan. No obstante lo dicho anteriormente, es recomendable que se utilice uno de los códigos normalizados por alguna norma (UNE, DIN, ISO, etc.). A título informativo se reproducen a continuación los códigos según UNE y DIN:

Código de colores según norma UNE 1063

Agua	Verde oscuro	1	1.0. Agua potable. 1.1. Agua no potable. 1.3. Agua depurada. 1.4. Agua destilada o condensada. 1.5. Agua a presión. 1.6. Agua de circulación. 1.9. Agua residual.
Vapor	Rojo fuerte	2	2.0. Vapor a presión. 2.1. Vapor saturado. 2.2. Vapor recalentado. 2.3. Vapor expandido. 2.4. Vapor sobresaturado. 2.5. Vapor distendido. 2.6. Vapor de circulación. 2.9. Vapor de escape.
Aire	Azul moderado	3	3.0. Aire fresco. 3.1. Aire comprimido. 3.2. Aire recalentado. 3.3. Aire acondicionado. 3.5. Aire enrarecido. 3.6. Aire de circulación. 3.7. Aire transportado. 3.9. Aire de escape.
Gases para alumbrar	Amarillo vivo	4	4.0. Gas de hulla. 4.1. Acetileno. 4.2. Metano. 4.3. Butano. 4.4. Otros gases.
Líquidos y gases químicos	Gris medio	5.1	5.11. Ácido sulfúrico. 5.12. Ácido clorhídrico. 5.13. Ácido nítrico. 5.14. Otros ácidos minerales. 5.15. Ácidos orgánicos. 5.16. Sosa cáustica. 5.17. Agua amoniacal. 5.18. Otras lejías. 5.19. Residuos.

(*Continúa*)

Código de colores según norma UNE 1.063 (*Continuación*)

		5.2	5.21. Nitrógeno. 5.22. Oxígeno. 5.23. Hidrógeno. 5.24. Otros gases. 5.25. Gas de escape.
Aceites combustibles y lubricantes	Pardo moderado	6	6.0.A1. Punto de inflamación por debajo de 21 °C. 6.1.A2. Punto de inflamación entre 21 y 55 °C. 6.2.A3. Punto de inflamación por encima de 55 °C. 6.3.B. Soluble en agua, punto de inflamación menor de 21 °C. 6.4. Grasas técnicas. 6.6. Aceites explosivos. 6.9. Residuos.
Productos no especificados	Negro	7	7.0. Productos alimenticios liq. 7.1. Soluciones acuosas. 7.2. Otras soluciones. 7.3. Suspensiones acuosas. 7.4. Otras suspensiones. 7.5. Gelatinas, colas. 7.6. Emulsiones, pastas. 7.9. Residuos.

Colores de seguridad para tuberías

Contra incendios	Rojo vivo
Peligro	Naranja rojizo fuerte y negro

La identificación del fluido se efectuará pintando la tubería del color correspondiente y se indicará la naturaleza del producto rotulando en la misma bien el nombre del fluido, su fórmula o su número. Por medio de una flecha negra se indicará el sentido del flujo.

Cuando no sea posible pintar la totalidad de la tubería, se pintarán las proximidades de las válvulas, juntas, empalmes, derivaciones, etc.

Esta norma es bastante más completa que la DIN que se inserta a continuación en cuanto que normaliza más fluidos. Sin embargo la norma DIN es más gráfica al usar colores complementarios.

Color identificativo de tuberías segun DIN-2403

Fluido	Color básico	Estado fluido	Color complementario	Ejemplo
Aceites	Marrón	Gas-oil	Amarillo	
		De alquitrán	Negro	
		Bencina	Rojo	
		Benzol	Blanco	
Ácido	Naranja	Concentrado	Rojo	
Aire	Azul	Caliente	Blanco	
		Comprimido	Rojo	
		Polvo carbón	Negro	
Agua	Verde	Potable	Verde	
		Caliente	Blanco	
		Condensada	Amarillo	
		A presión	Rojo	
		Salada	Naranja	
		Uso industrial	Negro	
		Residual	Negro + negro	
Alquitran	Negro			
Bases	Violeta	Concentrado	Rojo	
Gas	Amarillo	Depurado	Amarillo	
		Bruto	Negro	
		Pobre	Azul	
		Alumbrado	Rojo	
		De agua	Verde	
		De aceite	Marrón	
		* Acetileno	Blanco + blanco	
		* Ácido carbónico	Negro + negro	
		* Oxígeno	Azul + azul	
		* Hidrógeno	Rojo + Rojo	
		* Nitrógeno	Verde + verde	
		* Amoniaco	Violeta + violeta	
Vacio	Gris			
Vapor	Rojo	De alta	Blanco	
		De escape	Verde	

En el caso de *recipientes y tuberías visibles que contengan o puedan contener productos a los que sea de aplicación la normativa sobre comercialización de sustancias o preparados peligrosos deberán ser etiquetados según lo dispuesto en la misma.*

Las etiquetas se pegarán, fijarán o pintarán en sitios visibles de los recipientes o tuberías. En el caso de éstas, las etiquetas se colocarán a lo largo de la tubería en número suficiente, y siempre que existan puntos de especial riesgo, como válvulas o conexiones, en su proximidad.

La información de la etiqueta podrá complementarse con otros datos, tales como el nombre o fórmula de la sustancia o preparado peligroso o detalles adicionales sobre el riesgo.

El etiquetado podrá ser sustituido por la señales de advertencia contempladas en el anexo III (RD 485/97), con el mismo pictograma o símbolo.



Figura 21. Señales panel para recipientes y tuberías.

1.6.2. Utilización del color en el ambiente de trabajo

Dada la cada vez mayor preocupación por la calidad de vida, es relativamente corriente que a la hora de pintar un centro de trabajo se tengan en cuenta las influencias psicológicas del color sobre las personas. Este es un tema que ha sido muy estudiado y cuyas principales conclusiones se relacionan a continuación.

Los seres humanos, al igual que casi todos los seres vivos, reaccionamos de forma distinta según es el color que se nos presenta o lo que es lo mismo, inconscientemente asignamos un significado a cada color y esta atribución tiene efectos sobre las reacciones que presentamos en ese ambiente coloreado. Los diversos estudios realizados coinciden en atribuir los siguientes efectos fisiológicos a cada color:

Color	Sensación
Azules y verdes	Sedantes y refrescantes
Amarillos	Estimulantes
Rojos y naranjas	Excitantes
Grises	Neutros
Violetas y morados	Depresivos

Además de estos efectos fisiológicos se han encontrado otros de tipo psicológico que se traducen en una sensación de distancia y de temperatura; el cuadro siguiente recoge los efectos encontrados para cada color:

Color	Sensación distancia	Sensación temperatura
Rojo	Acercamiento	Caliente
Naranja	Gran acercamiento	Muy caliente
Amarillo	Acercamiento	Muy caliente
Verde	Alejamiento	Muy frío
Azul	Alejamiento	Frío
Violeta	Gran alejamiento	Frío

A la vista de lo expresado en los cuadros anteriores ya podemos obtener conclusiones acerca del color que se ha de dar a un centro de trabajo. A título de ejemplo, a continuación damos algunas normas sencillas que en ningún caso pretenden ser exhaustivas:

- Se utilizarán colores cálidos cuando:
  - — La temperatura sea baja.
  - — Las habitaciones sean amplias.
  - — Se desee un ambiente estimulante.
  - — La iluminación sea fluorescente.
- Se utilizarán colores fríos cuando:
  - — La temperatura sea alta.
  - — Los locales sean pequeños.
  - — Se desee un ambiente tranquilizante.
  - — Se requiera un gran esfuerzo físico.
  - — La iluminación sea incandescente.

Quien desee ampliar conocimiento sobre este tema puede consultar cualquier libro de Ergonomía donde encontrará más información.

2. ANEXO I. SEÑALES

SEÑALES DE PROHIBICIÓN



Prohibido fumar



Prohibido fumar y encender fuego



Prohibido pasar a los peatones



Agua no potable



Prohibido apagar con agua



Entrada prohibida a personas no autorizadas



No tocar



Prohibido a los vehículos de manutención

SEÑALES DE OBLIGACIÓN



Protección obligatoria de la vista



Protección obligatoria de las manos



Protección obligatoria de las pies



Protección obligatoria de la cabeza



Protección obligatoria del oido



Protección obligatoria de las vías respiratorias



Vía obligatoria para peatones



Protección obligatoria del cuerpo



Protección obligatoria de la cara



Obligación general (acompañada, si procede, de una señal adicional)



Protección obligatoria contra caídas

SEÑALES DE ADVERTENCIA



Materias inflamables



Materias explosivas



Materias tóxicas



Materias corrosivas



Materias radiactivas



Materias comburentes



Vehículos de manutención



Radiaciones laser



Riesgo eléctrico



Peligro en general



Radiaciones no ionizantes



Campo magnético intenso



Riesgo biológico



Riesgo de tropezar



Caída a distinto nivel



Baja temperatura



Materias nocivas o irritantes



Cargas suspendidas

SEÑALES PARA EQUIPOS DE LUCHA CONTRA INCENDIOS



Escalera de mano



Manguera para incendios



Teléfono para la lucha contra incendios



Extintor









Dirección que debe seguirse (señal indicativa adicional a las anteriores)

SEÑALES DE SALVAMENTO











Vía/salida de socorro



Teléfono de salvamento



Primeros auxilios



Camilla



Ducha de seguridad



Lavado de los ojos



Dirección que debe seguirse (señal indicativa adicional a las anteriores)

3. BIBLIOGRAFÍA

Guía Técnica de Señalización de Seguridad y Salud en el Trabajo. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo.

Enciclopedia de Salud y Seguridad en el Trabajo. Organización Internacional del Trabajo. Ministerio de Trabajo y Seguridad Social, 1989.

GONZÁLEZ BIEDMA, E.; Legislación sobre Seguridad e Higiene en el Trabajo, Editorial TECNOS Madrid, 1990.

Manual de Prevención de Accidentes para operaciones industriales. National Safety Council. Editorial MAPFRE, Madrid, 1977.

Manual de Protección contra Incendios. National Fire Protection Association. Editorial MAPFRE, Madrid, 1978.

MAZDA Lámparas y aparatos de iluminación. Cursillo básico de iluminación.

NIEDERLEYTNER, J. A.: Tratado de higiene y seguridad en el trabajo Boisselier Jackie, Madrid, 1976.

Seguridad e Higiene en el Trabajo. Boletín Oficial del Estado, Madrid, 1987.

Señales Acústicas de Seguridad. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene. Sevilla, 1982.

Señalización en la Industria. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene. Barcelona.

TOBOADA, J. A.: Cursillo de luminotecnica, OSRAM S.A.

TOBOADA, J. A.: Manual de luminotecnia, OSRAM S.A. Editorial DOSSAT Madrid, 1979.

Seguridad en el Trabajo, Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, Madrid, 1999.

13

Incendios

Actualizado por ANTONIO M. ALFONSO LÓPEZ

1. INTRODUCCIÓN

Desde que el hombre descubrió el fuego, éste ha sido de gran utilidad en muchos campos. El fuego ha contribuido al avance de la humanidad y el desarrollo tecnológico partió de su descubrimiento.

El fenómeno del fuego incluye una infinita combinación de factores. Aunque la investigación y cuantificación de todos ellos parezca una tarea imposible, es de vital importancia que se investigue a fondo un número suficiente de esos factores para permitir la prevención de la mayor cantidad de incendios.

Anualmente se producen pérdidas de vidas humanas por causas de fuegos incontrolados (incendios) y que en España se cifran en más de 400 personas, lo que supone un coeficiente de mortandad, por cada millón de personas muy significativo. El contenido de este capítulo está dirigida a facilitar la comprensión de la importancia de este fenómeno, así como la magnitud de los medios de control que estarían más que justificados para conseguir la prevención o extinción de los incendios.

2. GENERALIDADES

El comportamiento ante el fuego es un tema complejo y su entendimiento requiere conocer no sólo la química sino otras materias normalmente asociadas con disciplinas propias de la ingeniería, tales como transferencia de calor y materia, fluidodinámica, etc.

2.1. Definición de fuego

El fuego es una reacción de oxidación-reducción*. Estas reacciones tienen lugar de modo continuo en nuestro entorno aunque, en muchos casos, resulten prácticamente imperceptibles debido a que la reacción de oxidación se desarrolla, según la sustancia reductora, a muy distintas velocidades dependiendo de las condiciones en que el fenómeno tiene lugar. Importa, por tanto, cuál es la velocidad de la reacción química de oxidación porque los resultados, dependiendo de esta velocidad, son muy diversos:

- Oxidación extraordinariamente lenta: caso del papel que amarillea con el paso del tiempo.
- Oxidación lenta: caso de la corrosión del hierro. Se nombra a este caso precisamente con el nombre de *oxidación.*
- Oxidación suficientemente rápida: como para que se perciban sus efectos de emisión de calor, luz, gases o humos, entonces se le conoce como *combustión.*
- Oxidación muy rápida: la reacción se propaga en la masa de la sustancia que se oxida a una velocidad que se acerca a la del sonido, generando calor, luz, humos, llamas y abundantes gases, como producto de la reacción. En este caso la llamamos *deflagración.*
- Oxidación rapidísima: la reacción se propaga en la masa de la sustancia que se oxida a una velocidad superior a la del sonido. En este caso se le denomina *detonación*; y va acompañada de una *onda de choque*, es decir, una onda de presión mecánica que se produce como consecuencia de la propagación a velocidad supersónica y se asocia y desplaza con el *frente de llama.*

Nota: Las reacciones de oxidación - reducción son aquéllas en las que se produce un intercambio de electrones entre un oxidante que los gana y un reductor que los pierde. Al reductor se le denomina *combustible* y la mezcla gaseosa que contiene el oxidante en concentración suficiente para que en su seno se desarrolle la reacción, recibe el nombre de *comburente.*

2.2. Combustión

La combustión, en sentido amplio, se define como toda reacción química entre un *combustible* (sustancia susceptible de combinarse con el oxígeno) y un *comburente* (mezcla de gases en la que el oxígeno está en proporción suficiente para que se produzca en su seno la combustión), relativamente rápida, de carácter exotérmico, que se desarrolla en fase gaseosa o en fase heterogénea (gas-líquido, gas-sólido), con o sin manifestaciones del tipo de llamas o de radiaciones visibles. La combustión puede ser controlada, y en ella se consume combustible para liberar calor, que es empleado con algún fin industrial o doméstico. O puede ser incontrolada, y en este caso supone la destrucción indiscriminada de una fuente combustible.

Como ya se ha dicho anteriormente, la reacción química que tiene lugar en la combustión es de tipo oxidación-reducción. Este tipo de reacciones tiene lugar con intercambio de electrones entre una especie oxidante que los gana y una especie reductora que los pierde.

El agente oxidante más común es el oxígeno atmosférico pero existen otros menos usuales como el nitrato sódico ($NaNO_3$) o el clorato potásico ($KClO_3$). Estos compuestos químicos pueden liberar oxígeno en condiciones favorables, de ahí su carácter oxidante. También algunos materiales combustibles, como por ejemplo el material plástico a base de piroxilina, contienen oxígeno combinado en sus moléculas, de modo que pueden mantener una combustión parcial sin aporte externo de oxígeno. También puede haber combustión en casos especiales, en atmósfera de cloro, dióxido de carbono, nitrógeno y algunos otros gases sin la presencia de oxígeno. Pero estas situaciones son poco frecuentes, de modo que este capítulo tratará de la combustión en presencia de aire.

Desde un punto de vista práctico, se puede decir que cualquier material formado principalmente por carbono o hidrógeno puede ser oxidado. La mayoría de los combustibles orgánicos sólidos y de los líquidos y gases inflamables contienen porcentajes importantes de carbono e hidrógeno.

La combustión de compuestos orgánicos en el aire es una reacción por radicales, es decir, es una reacción en cadena. No obstante, su mecanismo es difícil de estudiar debido a la rapidez del proceso y a las elevadas temperaturas. Si la combustión se realiza con cantidades de oxígeno suficientes (aire), se obtienen los productos de oxidación total, agua y dióxido de carbono (en ocasiones también se obtienen óxidos

de nitrógeno y de azufre, nitrógeno, etc.). Si el suministro de oxígeno está limitado o si hay insuficiencias en la mezcla o también por enfriamiento violento, se forma negro de humo y compuestos tales como acetileno, alcoholes, formaldehído y otros aldehídos, cetonas, ácidos carboxílicos y monóxido de carbono.

Las características de la combustibilidad y el proceso completo de la combustión de sólidos están determinados no sólo por la naturaleza química del producto y las condiciones del medio en que se encuentran (el estado higrométrico, por ejemplo), sino, de modo muy particular, por su estado de disgregación. La importancia que el estado de disgregación confiere a muchos sólidos es tan grande que, por sí solo, puede determinar la combustibilidad o no de los mismos a una cierta temperatura (aluminio en polvo o aluminio en barras, por ejemplo) y, además, puede transformar el fenómeno de la combustión en una explosión.

Las reacciones de combustión en general son reacciones en cadena, es decir, no son elementales, sino que transcurren tras una serie de etapas.

2.3. Clases de fuego

En base a la naturaleza del combustible, se establece una clasificación de los diferentes tipos de fuego.

Según la norma UNE 23 010, las distintas clases de fuego son las siguientes:

CLASE A:

Fuegos de materiales sólidos comunes, generalmente de tipo orgánico, cuya combustión tiene lugar normalmente con formación de brasas y sólidos de alto punto de fusión (madera, papel, tejido, etc.).

CLASE B:

Sólidos de bajo punto de fusión y líquidos inflamables (disolventes orgánicos, destilados de hulla o petróleo, como gasolinas y asfaltos, grasas, disolventes sintéticos, pinturas, alcohol, etc.).

CLASE C:

Combustibles gaseosos (propano, butano, acetileno, gas ciudad, etc.).

CLASE D:

Combustibles constituidos por materiales y productos químicos reactivos (magnesio, titanio, sodio, potasio, etc.).

Los fuegos de Clase E se han eliminado actualmente de la clasificación de tal manera que en los extintores con sustancia extintora conductora se incluye la prohibición de ser utilizados en instalaciones eléctricas.

3. EL TETRAEDRO DEL FUEGO

Para que el fuego se inicie es necesario que estén presentes tres factores: combustible, comburente y energía de activación, representados mediante un *triángulo del fuego* que se puede observar en la figura 1.

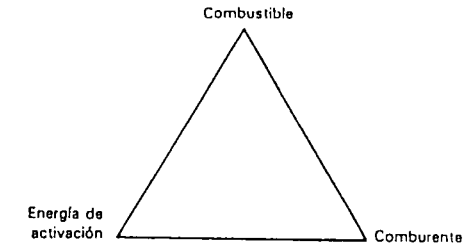


Figura 1. Triángulo del fuego.

Para que el fuego se mantenga, es necesario que la energía sea suficiente para mantener la reacción en cadena dando lugar al *tetraedro de fuego* (Figura 2).

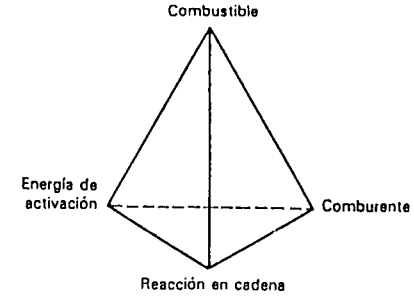


Figura 2. Tetraedro del fuego.

3.1. Combustible

El término combustible se usará para hacer mención de aquello que se está quemando, independientemente del estado de la materia o de si se trata de un combustible convencional como el GLP (Gas Licuado del Petróleo) o de otros como la tela, un trozo de sodio, etc. El número de combustibles es muy elevado, desde los simples hidrocarburos gaseosos, como el metano (CH_4), hasta los sólidos de alto peso molecular y compleja estructura química. Algunos de ellos se producen naturalmente, como la celulosa, y otros son producidos por el hombre, como el polietileno o el poliuretano. Todo puede arder en condiciones apropiadas, reaccionando con el oxígeno del aire, generando productos de combustión y liberando calor. De este modo, una proyección de hidrocarburo gaseoso puede ser *igniciada* en aire para producir una llama. La llama es un fenómeno en fase gaseosa y claramente la combustión con llama de combustibles líquidos y sólidos debe implicar su conversión en fase gaseosa.

Para los líquidos este proceso es normalmente una simple evaporación en la superficie, aunque para aquéllos con muy alto punto de ebullición, por encima de los 250 °C, puede darse motivado por alguna reacción de descomposición. Pero con la mayoría de los sólidos es necesaria la descomposición química o pirólisis, para obtener productos de peso molecular suficientemente bajo, pudiendo así ser volatilizados y formar parte de la llama. Como este proceso mucha más energía que la de una simple evaporación, la temperatura de la superficie de un sólido que se quema tiende a ser mayor que la de los líquidos. También para los sólidos existen excepciones, y así algunos son susceptibles de pasar de la fase sólida a la fase gaseosa sin descomposición química (sublimación).

Todos los combustibles queman en fase gas o vapor. Cuando el combustible es sólido o líquido, es necesario un aporte previo de energía para llevarlo al estado gaseoso. La peligrosidad respecto a una posible ignición depende de varios factores:

- Concentración de combustible y aire precisa.
- Temperatura mínima a la que el combustible emite suficientes vapores para alcanzar dicha concentración.
- Energía de activación que es necesario aportar a la mezcla para que se inicie el proceso y se desarrolle la reacción en cadena.

Estos factores se pueden analizar por medio de unas constantes físicas propias de cada combustible.

3.1.1. *Con respecto a la concentración*

Para que se verifique la ignición, es preciso que la mezcla combustible y comburente sea la adecuada.

Los *límites de inflamabilidad* son las concentraciones extremas de combustible y comburente que se pueden formar para que se produzca una combustión. El límite superior de inflamabilidad es la máxima concentración de vapores de combustible en mezcla con un comburente (LSI). El límite inferior es la mínima concentración de vapores de combustible en mezcla con un comburente (LII). Por encima y debajo de los respectivos límites, no se puede producir la combustión.

Estas concentraciones se suelen expresar en porcentajes del volumen de los vapores de combustible en mezcla con el aire (Tabla 1).

Tabla 1. Características de inflamabilidad

Producto	Punto de inflamación en °C	Temperatura de autoignición en °C	Límites de inflamabilidad en % de volumen de aire	
			Inferior	Superior
Acetileno	Gas	335	2,5	81
Benceno	–11	560	1,3	7,1
Butano	Gas	405	1,9	8,5
Gasolina 100 octanos	–38	456	1,4	7,4
Glicerina	160	392	–	–
Keroseno fuel oil	38	210	0,7	5
Metano	Gas	540	5,3	14

Si se considera el aire como medio oxidante, se puede decir que el límite superior de inflamabilidad, LSI, es la máxima concentración de vapores de combustión en el aire por encima de la cual no se produce la combustión; y el límite inferior de inflamabilidad, LII, es la mínima concentración de vapores de combustible en mezcla con el aire, por debajo de la cual no se produce la combustión. Las concentraciones intermedias entre ambos límites se encuentran incluidas en el intervalo de inflamabilidad y son todas las mezclas capaces de entrar en combustión. Los límites de inflamabilidad se ven afectados por la temperatura, de tal modo que cuando ésta aumenta el límite superior aumenta y el límite inferior disminuye.

3.1.2. Con respecto a la temperatura

La *temperatura de inflamación* es la mínima temperatura a la cual una sustancia combustible desprende la suficiente cantidad de vapores para que, mezclados con el aire, se produzca la ignición mediante el aporte de una energía de activación.

Esta determinación se efectúa en condiciones de equilibrio, por lo que, perturbaciones atmosféricas (p.ej.: corrientes de aire) pueden diluir la concentración, no llegando a alcanzar el LII siendo necesario para ello conseguir temperaturas superiores, dependiendo del grado de perturbación.

Existe también otra definición de la temperatura de inflamación de los líquidos relacionada con el LII. En esta se establece que el punto de inflamación de un líquido es la temperatura a la que una concentración de vapor en equilibrio en el aire se iguala con el LII. También aquí existen un mínimo y un máximo, ya que así como hay una temperatura mínima a la cual el combustible emite suficientes vapores como para alcanzar el LII, existe una temperatura máxima por encima de la cual la generación y concentración de vapor es demasiado alta, por lo que se supera el LSI, y la combustión no es posible por falta de oxígeno.

La temperatura de inflamación es un indicativo de la peligrosidad de un combustible. Cuanto más bajo sea el punto de inflamación, más fácilmente desprenderá vapores un combustible (Tabla 1).

El *punto de incendio* es una temperatura particular a la que un combustible emite vapores con suficiente velocidad para propiciar la combustión continuada. Esta temperatura suele estar unos grados por encima del punto de inflamación.

3.1.3. Con respecto a la energía de activación

La temperatura de *autoignición* o de *autoinflamación* es la mínima temperatura a la cual una sustancia combustible, en presencia de aire, puede producir su combustión espontánea en ausencia de una energía de activación externa.

Esta temperatura hay que considerarla como orientativa, ya que puede variar sustancialmente al cambiar las condiciones (Tabla 1).

Para combustibles tales como gases y líquidos, los factores que intervienen sobre la temperatura de autoinflamación son: la concentración de la mezcla, la forma y tamaño del espacio donde se produce la ignición, el régimen y la duración del calentamiento, tipo y la temperatura de la fuente de calor, los catalizadores, los efectos de otros materiales y la concentración de oxígeno.

Para combustibles sólidos, la temperatura depende fundamentalmente del régimen de corriente de aire, del régimen de calentamiento y del tamaño del sólido.

3.1.4. Peligrosidad de un combustible respecto a la energía y productos emitidos en su combustión

Los factores más importantes que contribuyen a la peligrosidad de un combustible una vez inflamados son:

3.1.4.1. Poder calorífico

Es la cantidad de calor que puede emitir un combustible por unidad de masa, al sufrir el proceso de combustión completa (Tabla 2).

La unidad utilizada para el poder calorífico es la megacaloría por kilo (Mcal/Kg).

Tabla 2. Poder calorífico

Producto	Mcal/Kg
Acetileno	11,58
Benceno	9,61
Butano	10,76
Carbón lignito	5
Gasolina 100 octanos	10
Madera ordinaria	4

3.1.4.2. Reactividad

Algunos materiales son susceptibles de producir reacciones de gran potencial energético que, en ocasiones, pueden ser explosivas al combinarse con otros o por sí mismos. Algunas de estas circunstancias pueden ser:

- Materiales que al calentarse en ambientes cerrados pueden detonar.
- Materiales que pueden experimentar un violento cambio químico a temperaturas y presiones elevadas.

- Materiales estables que pueden tornarse inestables al combinarse con otros o a temperaturas o presiones elevadas.
- Materiales que pueden reaccionar explosivamente al mezclarse con agua.

3.1.4.3. Toxicidad

Algunos combustibles pueden emitir en su combustión humos y gases que por su gran toxicidad dificultan las condiciones de evacuación y extinción (PVC, fibras acrílicas).

3.1.4.4. Velocidad de combustión

Es la cantidad de combustible consumida por unidad de tiempo en unas condiciones dadas. La velocidad aumenta a medida que disminuye la compactación del combustible, pudiendo ser en ocasiones explosiva, como es el caso de algunos combustibles gaseosos.

3.1.4.5. Velocidad de propagación de la llama

Es la velocidad superficial de las llamas en un combustible, y nos refleja la capacidad de extensión y propagación de un incendio. Este parámetro sólo es aplicable a combustibles sólidos y en especial a los utilizados como revestimientos.

3.2. Comburente

Se denomina comburente toda aquella mezcla de gases en la cual el oxígeno está en proporción suficiente para que en su seno se produzca la combustión. Debido a ello, el aire, que contiene aproximadamente un 21 por 100 en volumen de oxígeno es el comburente más común en todos los fuegos.

El aire es la principal fuente de oxígeno, si bien existen materiales que tiene tal composición química que pueden aportar oxígeno en ausencia de aire. Algunas sustancias químicas, como el nitrato de sodio o el clorato potásico, son agentes oxidantes que pueden provocar la combustión en ausencia de comburente.

La combustión puede igualmente ocurrir en una atmósfera de cloro, dióxido de carbono, nitrógeno y otros gases sin necesidad del oxígeno en el aire, por ejemplo, el polvo de zirconio puede incendiarse en presencia de dióxido de carbono.

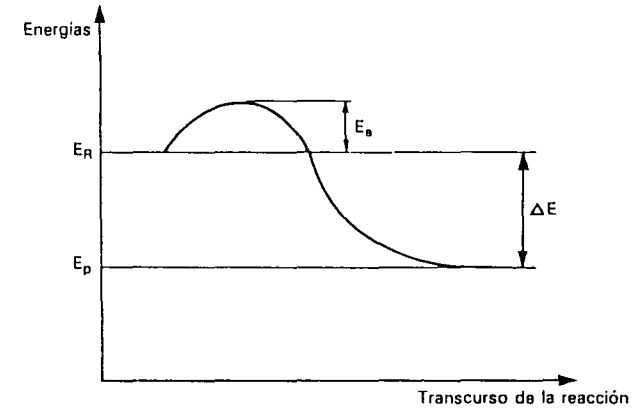
3.3. Energía de activación

Para que un fuego se inicie es necesario que combustible y comburente se encuentren en un estado energético suficiente y así se verifique la reacción.

La energía necesaria para que dicha reacción se inicie se denomina *energía de activación* y es aportada por los focos de ignición. Depende de la naturaleza del combustible y de las condiciones en las que éste se manipule (presión, temperatura, concentración, grado de subdivisión, etc.). El calor de reacción es la energía que se gana o se pierde cuando tiene lugar una reacción.

Según el grado de calor de reacción, las reacciones pueden ser:

- **Endotérmicas**: para que se produzcan, han de recibir una determinada cantidad de calor.
- **Exotérmicas**: son las que al producirse desprenden calor.



En la que:

E_R = Energía de los productos reaccionantes.
E_p = Energía de los productos de la reacción.
E_a = Energía de activación.
$\Delta E = E_R - E_p$ = Energía desprendida en la reacción.

Figura 3. Energías de reacción.

De ambas reacciones las más frecuentes son las exotérmicas. Las energías puestas en juego se representan en la figura 3.

Se puede decir que un foco de ignición puede provocar el inicio de la combustión de un material combustible, si su energía, en intensidad y cantidad, es suficiente para aumentar la temperatura de una parte del combustible por encima de su punto de autoinflamación.

En función de su naturaleza, los focos de ignición se pueden clasificar en:

— *Focos eléctricos:*
- Cortocircuitos.
- Arcos eléctricos.
- Cargas estáticas.
- Descargas eléctricas atmosféricas.

— *Focos químicos:*
- Reacciones exotérmicas.
- Sustancias reactivas.
- Sustancias auto-oxidables.

— *Focos térmicos:*
- Condiciones térmicas ambientales.
- Procesos de soldadura.
- Chispas de combustión.
- Superficies calientes.
- Radiaciones solares.

— *Focos mecánicos:*
- Chispas de herramientas.
- Roces mecánicos.

— *Focos nucleares:*
- Reacciones de fisión.
- Reacciones de fusión.

3.4. Reacción en cadena

Cuando una sustancia se calienta, ésta desprende unos vapores o gases, los cuales se combinan con el oxígeno del aire que, en presencia de una fuente de ignición, arden. En el momento que estos vapores arden, se libera gran cantidad de calor.

Si el calor desprendido no es suficiente para generar más vapores del material combustible, el fuego se apagará.

Si la cantidad de calor es elevada, el material de combustible seguirá descomponiéndose y desprenderán más vapores que se combinarán con el oxígeno, se inflamarán y el fuego aumentará, verificándose la reacción en cadena.

A escala molecular, la energía de activación permite que los productos reaccionantes distiendan sus enlaces formándose partículas de gran actividad que reciben el nombre de radicales libres, y que provocan la reordenación de átomos y partículas activas, dando lugar a los productos de reacción.

4. CALOR

Se puede decir que todo fuego comienza por el calor. El calor es una forma de energía, consecuencia del movimiento constante de las moléculas y el choque frecuente entre ellas, lo que llega a producir esa liberación de energía que se denomina calor.

El calor emitido en un incendio produce daños tanto a las personas como a los bienes materiales. La exposición al aire caliente puede causar directamente deshidratación, agotamiento, bloqueo de las vías respiratorias y quemaduras. Intensifica también el latido cardíaco, siendo mortal cuando su intensidad excede el umbral de la tolerancia humana.

En atmósferas donde con el aire saturado de humedad y la temperatura supera los 55 °C, se pueden sufrir serias consecuencias si no se protege a las personas con los medios adecuados (ropas especiales y máscaras).

Los elementos de construcción son afectados en sus propiedades mecánicas y en sus composiciones químicas por efecto del calor.

4.1. Mecanismos de transmisión del calor

Habitualmente se distinguen tres mecanismos de transmisión de calor: conducción, convección y radiación, siendo realmente básicos y diferentes sólo el primero y el último. El segundo no constituye verdaderamente un mecanismo distinto, sino el desarrollo de los otros dos en el seno de fluidos en movimiento. Para que el fuego comience,

debe darse un primer paso conocido como ignición y que necesita de una fuente de calor. Esta fuente de calor puede ser:

a) Aplicación directa de una llama o contacto con materiales calientes o ardiendo (conducción).
b) Calentamiento espontáneo dando lugar a la autoignición.
c) Reacciones químicas exotérmicas.
d) Chispas o arcos eléctricos.
e) Calor o chispas producto de fricción.
f) Presurización rápida de un gas, lo que produce aumento de temperatura.
g) Convección o radiación.

El calor va siempre de donde hay más temperatura a donde hay menos, por uno de los tres métodos de transmisión de calor ya mencionados.

4.1.1. Conducción

Consiste en la transmisión de calor entre dos cuerpos en contacto o entre dos partes de un mismo cuerpo a distinta temperatura. La transmisión se desarrolla a escala molecular, desde las moléculas de mayor energía interna hasta aquéllas de menor energía. Este mecanismo es evidente en los gases cuyas moléculas más energéticas, en sus constantes desplazamientos al azar, chocan con las que lo son menos, intercambiando movimiento y energía, explicándose así la continua transmisión de ésta desde las regiones más calientes a las más frías. En los líquidos, aunque sus moléculas están más próximas entre sí que en los gases, el mecanismo de transmisión es análogo. En los sólidos dieléctricos el calor se transmite exclusivamente por ondas reticulares generadas por la vibración de sus átomos. Esta vibración sólo contribuye escasamente a la transmisión si se trata de sólidos buenos conductores eléctricos, debiéndose la misma principalmente a los desplazamientos de sus electrones libres, similares a las de las moléculas de los gases.

En la práctica se reserva el nombre de conducción para el mecanismo de transmisión que se desarrolla en los sólidos, sin desplazamientos apreciables de sus partículas constitutivas, o el que tiene lugar perpendicularmente a un flujo laminar de fluido con trayectoria paralela de sus elementos. La figura siguiente muestra un esquema de lo que supone este tipo de transmisión de calor (Figura 4).

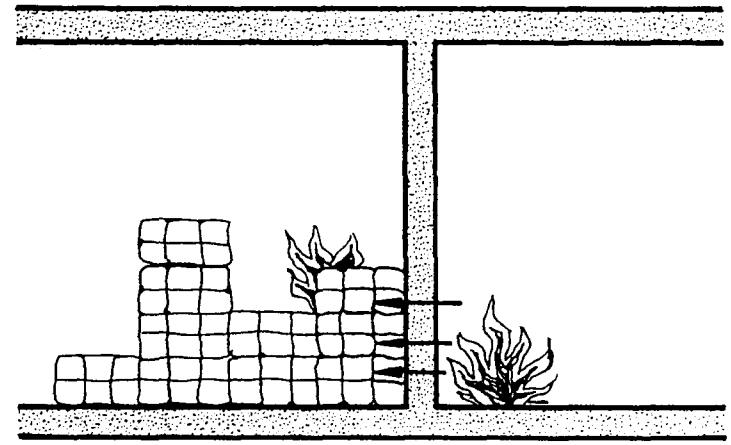


Figura 4. Conducción.

Se puede afirmar que la cantidad de calor que atraviesa una superficie es directamente proporcional a dicha superficie y a la diferencia de temperaturas entre ambos lados, e inversamente proporcional al espesor. La constante de proporcionalidad es el coeficiente de conductividad térmica (K).

A mayor conductividad térmica, mayor es la cantidad de calor que pasa por unidad de tiempo, si los demás factores permanecen iguales.

4.1.2. Convección

En el caso de los fluidos, si la transmisión de calor se desarrolla con desplazamientos y mezcla de porciones de ellos con distinta temperatura, el mecanismo de transmisión suele distinguirse con el nombre específico de convección.

El calor que se produce en un fuego se transfiere al aire circundante por conducción, pero el calentamiento de los objetos que se encuentran en el edificio se produce a través de la circulación del aire caliente que se expande y se eleva, por ello la transferencia de calor por convección ocurre regularmente en sentido ascendente, aunque esta transferencia puede conseguirse en muchas direcciones (Figura 5).

Se puede decir que este sistema de transmisión del calor es el que más influencia tiene en la propagación del fuego a través de un edificio.

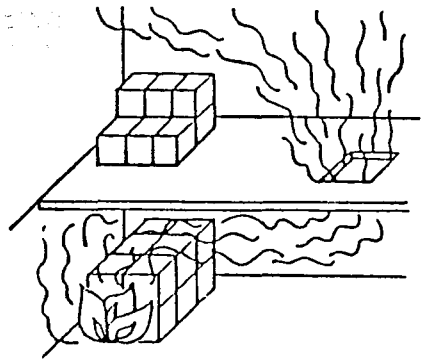


Figura 5. Convección.

El movimiento del fluido puede deberse únicamente a diferencias de densidades provocadas por las variaciones de temperaturas o composiciones, en cuyo caso la convección se denomina natural, o puede ser producido por fuerzas externas (fuerza de la gravedad, bombas, compresores, etc.) tratándose entonces de convección forzada.

4.1.3. Radiación

La radiación térmica, que es una radiación electromagnética con un intervalo de longitudes de onda comprendido entre 0,1 y 100 micras, en la que se transforma la energía interna de las sustancias. Esta radiación se desarrolla de modo óptimo en el vacío y resulta imposible que se propague a través de cuerpos opacos para las frecuencias de la misma. Todos los sólidos, líquidos y gases emiten radiación térmica, que se propaga rectilíneamente en todas las direcciones con la velocidad de la luz. Al incidir la radiación térmica sobre otro cuerpo, parte puede ser reflejada por su superficie, parte transmitida a través del mismo, si es diatérmano y el resto absorbido por el cuerpo y cuantitativamente convertida en energía interna del mismo, es decir que se calienta, excepto en los casos en que induzca reacciones fotoquímicas o nucleares.

Si dos cuerpos a distinta temperatura se sitúan en una cámara cerrada, se establece un intercambio continuo de energía interna entre ellos por el mecanismo de radiación. El más caliente radia más energía que de la que absorbe, mientras que el más frío absorbe más energía de la que radia. Aparentemente, el intercambio finaliza al alcanzarse el

equilibrio térmico pero incluso entonces el fenómeno continúa, radiando y absorbiendo cada uno de los cuerpos la misma cantidad de energía.

La energía radiante emitida por una superficie, por unidad de tiempo y de área, depende de la naturaleza de la superficie y de su temperatura. A menor temperatura, la radiación por unidad de tiempo es más pequeña. Cuando la temperatura aumenta, la radiación por segundo crece rápidamente, siendo proporcional a la cuarta potencia de la temperatura (Figura 6).

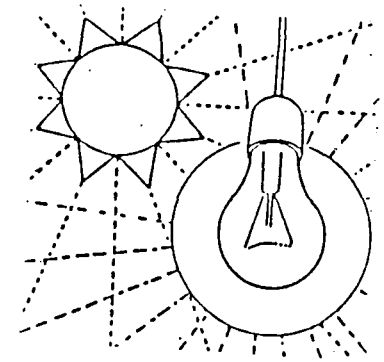


Figura 6. Radiación.

5. CADENA DEL INCENDIO

Se puede decir que todo incendio está dividido en tres fases: ignición, propagación, consecuencias.

5.1. Ignición

Es la acción de los elementos que configuran el tetraedro del fuego para producir la inflamación del combustible. Éstos han de cumplir dos condiciones básicas:

- Disponer de energía de activación necesaria que precisa el combustible.
- Que el foco de ignición aporte la energía de activación que se requiere.

5.2. Propagación

Es la evolución del incendio en el espacio y en el tiempo.

La propagación se desarrolla en función del tiempo, dependiendo del tipo de combustible y del foco de ignición, según la representación gráfica de la figura 7 (combustibles sólidos) y la figura 8 (combustibles líquidos y gaseosos).

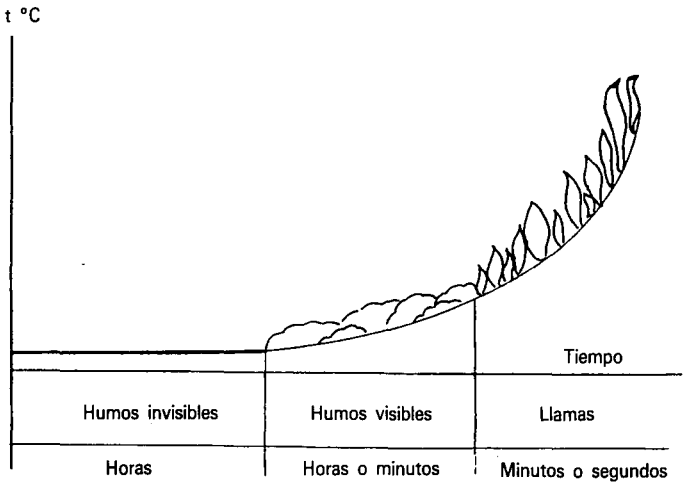


Figura 7. Evolución de un incendio en combustibles sólidos, madera, papel, etc.

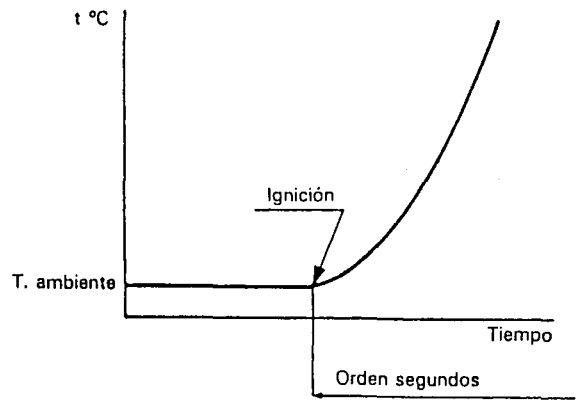


Figura 8. Evolución de un incendio en combustibles líquidos y gaseosos.

En función del espacio, la propagación se desarrolla utilizando los medios habituales de transmisión del calor (conducción, convección y radiación), pudiendo ser de dos formas:

— *Propagación horizontal:*

Es la que produce a un mismo nivel, estando determinada por las condiciones estructurales del local, como por ejemplo, muros, puertas, compartimentación, ventanas, huecos en las paredes, etc.

— *Propagación vertical:*

Es la que se produce entre zonas a distinto nivel, dependiendo igualmente de las condiciones estructurales del edificio.

Los medios por donde se canaliza la propagación suelen ser:

- Ventanas.
- Conducciones de aire acondicionado (tiro forzado).
- Huecos de ascensores y de servicios (efecto chimenea).
- Escaleras (efecto chimenea).

5.3. Consecuencias

Los daños que se originan en un incendio pueden ser materiales o personales.

El aumento de la temperatura y la generación de humos y gases tóxicos dificultan la evacuación del edificio, siendo este último factor el más importante da la hora de analizar las consecuencias que afectan a las personas (Figura 9).

Los humos y gases que se generan en una combustión tienen efectos letales en un incendio, siendo los responsables de la mayoría de las víctimas que se producen en éstos.

El humo es una materia formada por diminutas partículas sólidas, vapor condensado y gases de combustión en suspensión en el aire. Las partículas en suspensión del humo pueden ser irritantes si se respiran y una exposición prolongada a ellas puede causar lesiones en el sistema respiratorio. Imposibilitan la visión, dificultando la localización de las señales y accesos a las vías de evacuación.

Tanto el movimiento del humo como de los gases de combustión dependen de una serie de condicionantes. Éstos son, por una parte, los

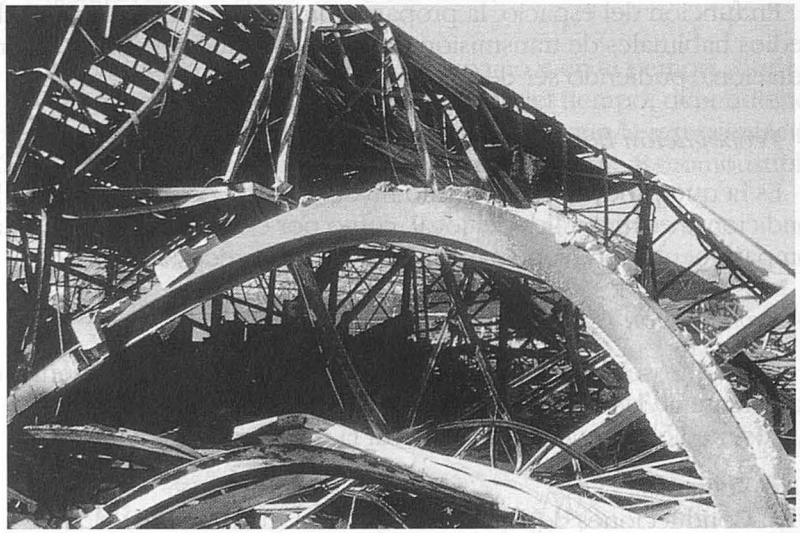


Figura 9. Efectos del calor en una estructura metálica.

elementos constructivos de separación y de compartimentación y, por otra, los fenómenos propios del fuego tales como los incrementos de temperatura y las diferencias de presión.

Las características de los humos en un incendio varía en función de la cantidad y tipo de elementos combustibles que existan en el interior del edificio afectado. Según sea el volumen de humos, éstos podrán llegar a disminuir la visibilidad, lo que puede producir problemas graves en cuanto a la evolución y extinción del incendio. El humo puede ser más o menos denso, pero en cualquier caso, contendrá partículas tóxicas que pueden perjudicar a las personas.

El humo sigue normalmente la circulación del aire, pero durante un incendio, la propagación se ve afectada por los siguientes factores:

- Altas temperaturas.
- Efecto chimenea.
- Condiciones ambientales de aire y temperatura.
- Sistemas de acondicionamiento de aire.

Las altas temperaturas producidas en un incendio originan la expansión de los gases, llegando a ocupar tres veces el volumen inicial y obligando a que el humo salga del recinto.

La forma geométrica del edificio y la disposición de los espacios tiene gran influencia sobre el movimiento del humo. En los edificios considerados como de gran altura el efecto principal que origina la propagación del humo es el efecto chimenea. El efecto chimenea es el que produce el movimiento vertical del aire originado por las diferencias entre la temperatura interior y la exterior del edificio. De esta forma, en un edificio de desarrollo vertical se produce una corriente ascendente que circula desde la planta baja a la más alta.

Las condiciones ambientales de aire y de temperatura también influirán sobre el movimiento de humos dentro de un edificio, ya que afectan al movimiento natural del aire en el mismo.

Los gases de combustión son los fluidos que permanecen en el aire al reducirse los productos de combustión a sus temperaturas normales. Contienen fundamentalmente monóxido de carbono, dióxido de carbono y vapor de agua, aunque atendiendo al tipo de combustible, también se pueden formar compuestos, tales como anhídrido sulfuroso, ácido cianhídrico, ácido clorhídrico, óxido nitroso, etc.

La toxicidad de dichos gases depende de la composición, concentración, el tiempo de exposición y del estado físico de las personas. En función de estos parámetros provoca intoxicaciones y posteriormente la asfixia.

El monóxido de carbono se combina con la hemoglobina formando carboxihemoglobina, sustrayéndole a la sangre el oxígeno que el organismo necesita. A su vez, impide la eliminación de los residuos de dióxido de carbono que lleva la sangre venenosa de vuelta de los pulmones. En concentraciones superiores al 0,4% en el aire y en una exposición de una hora pueden ser mortales para las personas.

El dióxido de carbono estimula en exceso el ritmo respiratorio que, combinado con la disminución de oxígeno y la presencia de otros gases tóxicos incrementa los efectos nocivos de éstos. Está demostrado que en concentraciones cercanas al 10% pueden causar la muerte, para una exposición de pocos minutos.

El control de humos, en caso de incendio, puede ser utilizado como medida de protección de personas y de bienes materiales. La causa principal del número de pérdidas humanas no es sólo la invasión del humo en la zona afectada por el incendio, sino el que pueda afectar a los medios y vías de evacuación que necesitan estar en condiciones de permitir la circulación de los ocupantes hasta un lugar suficientemente seguro. La forma de los edificios tiene gran influencia

sobre el movimiento natural del aire, ya que éste se produce debido a las diferentes presiones creadas en el edificio:

- En un edificio subterráneo o sin ventanas, la circulación del aire dependerá, en gran medida, de la geometría del local.
- En un edificio industrial con una sola planta y de gran superficie, la circulación del aire se producirá principalmente por la ventilación natural y por las barreras físicas, tanto horizontales como verticales, características que condicionarán el movimiento del humo en caso de incendio.
- En los edificios de poca altura y con un grado alto de compartimentación, los factores que más influirán para el control del humo son la ventilación natural y las barreras físicas.
- En edificios considerados como de gran altura, los factores principales que condicionarán el movimiento del aire son el efecto chimenea y los equipos de manipulación del aire.

La eliminación y el control del humo, tanto en el caso de edificios subterráneos como de gran altura, se deberá efectuar a través del movimiento forzado del aire, actuando sobre las diferencias de presión para llegar a conseguir la eliminación del humo mediante los siguientes efectos:

- *Extracción:* se consigue creando un gradiente de presión negativo en sentido ascendente a lo largo de un conducto vertical de salida, mediante ciclones o ventiladores cuyo arranque puede ser automático combinado con la detección o alarma de incendios, o manual.
- *Dilución:* la dilución del aire contaminado con el aire limpio no es un método para producir un movimiento forzado del aire, sino una manipulación del mismo. Este método permitirá disminuir la concentración de humos y gases, de modo que se alcance una dilución tal que sea tolerable para las personas y no se pierda la visibilidad.
- *Confinamiento:* consiste en confinar el humo dentro de recintos o zonas donde su presencia no sea perjudicial. Por ello, la mejor situación y a la que deberá tenderse, es la de retener el aire contaminado por el incendio en el recinto donde éste ha tenido lugar. Para conseguir que el humo y los gases de combustión queden en la zona afectada se emplean dos procedimientos (barreras físicas y presurización).

6. EXPLOSIONES

Una explosión es una combustión a gran velocidad. Éstas clasifican en dos tipos atendiendo a la velocidad de la reacción química de combustión: *deflagraciones* y *detonaciones*.

En una deflagración la combustión produce una onda de presión de 4 a 10 bar, que se desplaza a una velocidad de varias decenas de metros por segundo y que se puede evacuar por desplazamiento mecánico. Un ejemplo de una deflagración es una explosión de pólvora.

En una detonación la combustión es mucho más rápida que en una deflagración. Produce una vibración que se propaga a velocidad supersónica, generando sobrepresiones de 20 a 30 bar. Una detonación no da tiempo para evacuar el choque de presión.

Otra forma de clasificar las explosiones es la siguiente:

1. Físicas:
   1.1. Por liberación de una gas comprimido.
   1.2. Por expansión del vapor de un líquido en ebullición (BLEVE).
   1.3. Por evaporación de un líquido que entra en contacto con una superficie caliente.
2. Químicas:
   2.1. Uniformes.
   2.2. De propagación.

El término explosión abarca varios fenómenos distintos, en todos los cuales se produce una expansión de gases que lleva asociada una onda de presión destructiva. El uso del término se ha extendido a determinados fenómenos químicos, como las deflagraciones y detonaciones, que producen explosiones aunque no constituyen una explosión en sí mismos. Así pues, una explosión es una liberación súbita de gas a alta presión en el ambiente. El gas se expande, de forma que su energía se disipa en el ambiente mediante una onda de presión cuya componente principal es una onda de choque. La sustancia liberada ha de encontrarse en fase gaseosa. Puede tratarse de un gas, un vapor, una mezcla de gases o una mezcla de vapores. La liberación ha de ser súbita, en el sentido de muy rápida, es decir, que ha de ser lo suficientemente rápida como para que la energía contenida en el gas se disipe en el ambiente mediante una onda de choque. La liberación súbita puede deberse a dos fenómenos:

a) La descarga súbita en el ambiente de un gas confinado a alta presión.
b) La generación súbita en el ambiente de un gas a alta presión.

Las causas de las explosiones son múltiples y determinan su tipo en cada caso:

a) La descarga súbita de un gas a alta presión en el ambiente se produce casi siempre por rotura de un recipiente, que puede ser causada por un fenómeno físico (p. ej., un impacto externo, un debilitamiento del recipiente debido a su sobrecalentamiento,...) o por un fenómeno químico (p. ej., una sobrepresión debida a los gases generados por la combustión de su contenido).
b) La generación súbita en el ambiente de un gas a alta presión puede ser debida también a fenómenos físicos (p. ej., la evaporación instantánea de un líquido que entra en contacto con una superficie caliente) o químicos (p. ej., la detonación de un explosivo de alta potencia).

Como sucede con los gases y vapores inflamables, existen unas concentraciones límite (límites de explosividad) del polvo en el gas, dentro de las cuales la explosión es posible. Los límites de explosividad suelen expresarse en masa del polvo por unidad de volumen de aire o gas y son: el límite inferior de explosividad (LIE: concentración de un gas o vapor combustible por debajo de la cual no se produce explosión cuando existe una fuente de ignición) y el límite superior de explosividad (LSE: concentración de un gas o vapor combustible por encima de la cual no se produce explosión cuando existe una fuente de ignición).

En los procesos y almacenamientos de sólidos combustibles pulvurulentos, muy frecuentes en diferentes actividades, además del incendio, pueden darse otros fenómenos como:

- Un incendio por combustión espontánea.
- La explosión, originada, casi siempre, por una deflagración del polvo en el aire.

La rápida combustión de una nube de polvo suspendido en una masa de gas (generalmente con velocidad subsónica, es decir, una deflagración), da lugar a un importante volumen de gases, lo que genera un incremento de la presión, como consecuencia de su expansión brusca e incontrolada, dando como resultado es una explosión. La posibilidad de explosión de una nube de polvo depende, en primer lugar, de:

- La naturaleza del polvo (el combustible).
- El gas en el que se encuentra suspendida la nube de polvo (el comburente u oxidante).

Sin embargo, las características de su desarrollo dependen de otros factores que las condicionan definitivamente. Estos condicionantes son:

- La dimensión de las partículas.
- La concentración.
- Las impurezas.
- La concentración de oxígeno.
- La potencia de la fuente de ignición.

Cuanto menor es el tamaño de las partículas de polvo, más fácil es que una nube de polvo entre en ignición, puesto que es más íntima la interacción del combustible y el comburente. Es decir, la capacidad para explosionar está directamente relacionada con la superficie específica del polvo (relación entre la superficie de las partículas y su masa).

7. PREVENCIÓN DE INCENDIOS

Comprende aquellas medidas preventivas que tienden a evitar la producción de incendios.

Dichas medidas actúan sobre cada uno de los elementos que intervienen en el *tetraedro del fuego*, bien por separado o de forma combinada actuando sobre más de uno de ellos.

7.1. Actuación sobre el combustible

Las medidas preventivas a adoptar se centran en la eliminación del combustible o en evitar la formación de mezclas inflamables, lográndose de las siguientes formas:

- Sustituir el combustible por otro que no lo sea o tenga un punto de inflamación superior.
- Diluir el combustible mediante el empleo de aditivos que eleven el punto de inflamación.

- Ventilar las zonas donde se puedan formar concentraciones de vapores inflamables.
- Eliminar los residuos inflamables a través de programas de limpieza y utilización de recipientes herméticos.
- Aspirar de forma localizada aquellas zonas donde se puedan generar mezclas inflamables.
- Ignifugar el combustible mediante el empleo de elementos que permiten disminuir la combustibilidad de éste.
- Almacenar y transportar los combustibles en recipientes estancos.

7.2. Actuación sobre el comburente

Se utilizan técnicas dirigidas a la sustitución del comburente o a la separación de éste del elemento combustible. Por ejemplo, se pueden citar:

- Sustituir o disminuir la proporción de oxígeno mediante la utilización de gases inertes como el dióxido de carbono o nitrógeno (atmósferas inertes de reactores).
- Utilizar recipientes estancos, reduciendo la proporción del comburente.

7.3. Actuación sobre la energía de activación

El sistema utilizado se basa en la eliminación de los posibles focos de ignición que pueden aportar la energía suficiente para inflamar el combustible.

Las medidas más habituales son las siguientes:

- Adecuar las instalaciones eléctricas a lo prescrito en el vigente Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.
- Separar y almacenar de forma adecuada las sustancias reactivas.
- Ventilar y controlar la humedad en las zonas donde se almacenan sustancias auto-oxidables.
- Prohibir fumar y la utilización de medios de ignición.
- Refrigerar o ventilar los locales expuestos a cargas térmicas ambientales.

- Recubrir o apantallar las áreas donde se efectúan las operaciones de soldadura.
- Instaurar los de permisos de fuego para aquellas operaciones que sean susceptibles de proyectar partículas incandescentes en áreas con atmósferas potencialmente inflamables.
- Utilización de herramientas antichispas.

7.4. Actuación sobre la reacción en cadena

Actuar sobre la reacción en cadena significa impedir la formación de la combustión, en el combustible mediante la adición de compuestos que dificultan el proceso.

Como ejemplo de esta técnica se pueden citar:

- Ignifugación de tejidos.
- Adición de antioxidantes en plásticos.

8. PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

Se entiende por protección contra incendios, el conjunto de medidas tendentes a paliar los efectos producidos por el fuego.

Dichas medidas se pueden resumir en tres acciones concretas:

- DETECTAR.
- EXTINGUIR.
- EVACUAR.

8.1. Detección de incendios

La detección de incendios es el hecho de descubrir el suceso, localizarlo y comunicarlo a las personas que pondrán en funcionamiento el plan de acción previsto (plan de emergencia).

El aspecto más importante de la detección es que se debe efectuar en el menor tiempo posible. De la rapidez de la detección dependerá la demora de la puesta en marcha del plan de lucha contra el fuego y del plan de evacuación de personas.

Una respuesta lenta en la detección del fuego puede acarrear consecuencias lamentables. El humo y el fuego habrán tomado magnitudes

considerables, por lo que las posibilidades de éxito de una evacuación disminuirán sensiblemente y será necesario utilizar un número mayor de medios de extinción, lo que, en caso de que no se disponga de los suficientes, puede provocar serias dificultades en la extinción del incendio.

Los detectores y sistemas de detección son sensibles a los siguientes efectos:

- El fuego, por sus manifestaciones detectables: humos, llamas y temperatura.
- Los efectos perturbadores que dificultan la evaluación de los efectos detectables: humos no procedentes de incendios, corrientes de aire, humedad, polvo, suciedad, vibraciones, radiaciones que perturban la detección de llamas, perturbaciones electromagnéticas, etc.

Los efectos detectables son tratados por los sistemas de detección de una de las dos maneras siguientes:

- Detectando un umbral.
- Detectando un perfil.

La detección clásica del fuego se realizaba mediante personas dedicadas a efectuar inspecciones periódicas de las instalaciones a proteger. Las rondas de vigilancia periódicas hacen que exista un margen de tiempo entre dos inspecciones consecutivas, que suele ser demasiado prolongado para poder comenzar los trabajos de extinción en el momento apropiado. Ello ha motivado la utilización de sistemas automáticos de detección que consiguen una vigilancia permanente.

8.1.1. Detección automática

Los sistemas de alerta contra incendios permiten la detección y localización del mismo, así como la puesta en marcha del plan de emergencia.

Las funciones de un sistema de detección automática de incendios son:

- Detectar la presencia de un conato de incendio con celeridad, señalizándolo de forma óptica y acústica en una central de señalización.
- Localizar el incendio.

- Ejecutar el plan de alarma, si existe.
- Realizar funciones auxiliares: transmisión automática de alarmas a distancia, cierre de puertas y exutorios, disparo de instalaciones fijas de extinción, paro de máquinas, etc.

Los componentes principales de este sistema (ver Figura 10) son:

- Detectores automáticos.
- Pulsadores de alarma.
- Central de señalización y control.
- Líneas.
- Aparatos auxiliares: sirenas de alarma general, conexión directa a bomberos, accionamiento de sistemas de extinción, etc.

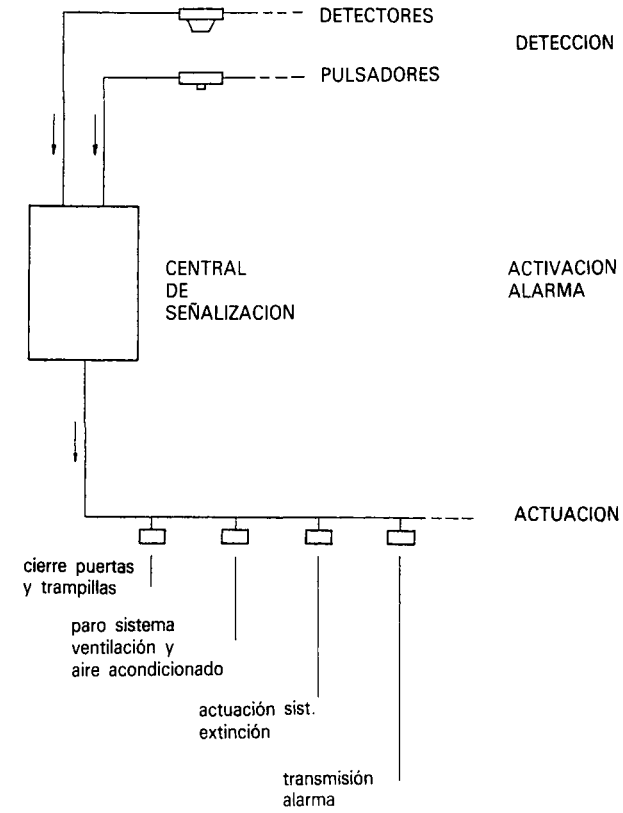


Figura 10. Instalación automática de detección de incendios.

Hoy en día existen sistemas en los que, tanto los detectores como la propia central de señalización y control, forman parte activa de los mismos. Cuando se produce la activación de un elemento, la central recaba información de este elemento en varias ocasiones. Si el efecto activador continúa, se verifica la alarma.

Estos sistemas corrigen por sí mismos el umbral de tensión de alarma en función de efectos perturbadores (p. ej.: polvo acumulado en la cabeza detectora), con lo cual se consigue que la sensibilidad esté adaptada a las condiciones ambientales en cada momento.

Este tipo de sistemas exige un diseño específico adaptado a las características de los equipos dadas por cada fabricante.

8.1.2. Elementos de una instalación automática de detección de incendios

8.1.2.1. Detectores automáticos

En función del fenómeno que detecten, éstos se clasifican en:

— *Detector de gases de combustión (iónicos)*

Detectan los humos visibles e invisibles que se producen en la combustión.

Están dotados de una cámara de medición, una cámara de referencia y una pequeña fuente radiactiva que ioniza el aire (isótopo americio 241). Cuando los productos de la combustión (humos) se introducen en la cámara de medición, disminuye la conductancia del aire, produciéndose la disminución de la corriente de ionización en la cámara de medición. Al alcanzar un cierto nivel, el detector se activa (Figura 11).

Como efectos perturbadores podemos citar:

- Humos no procedentes de incendios.
- Corrientes de aire con velocidades superiores a 5 m/sg.

Este tipo de detectores pueden ser regulados en su sensibilidad.

— *Detector óptico de humos por difusión*

Consta de una cámara con una fuente luminosa y un dispositivo fotosensible, dispuestos de tal forma que no inciden sobre el elemento fotosensible los rayos luminosos.

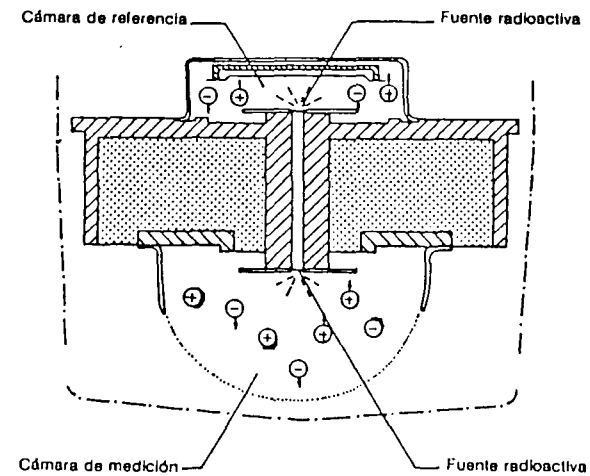


Figura 11. Detector iónico.

Cuando las partículas de humo penetran en el haz la luz, ésta se dispersa sobre el dispositivo fotosensible provocando la activación del detector.

Está particularmente indicado para la detección de fuegos latentes y de combustión lenta (Figura 12).

Como efecto perturbador podemos destacar el polvo.

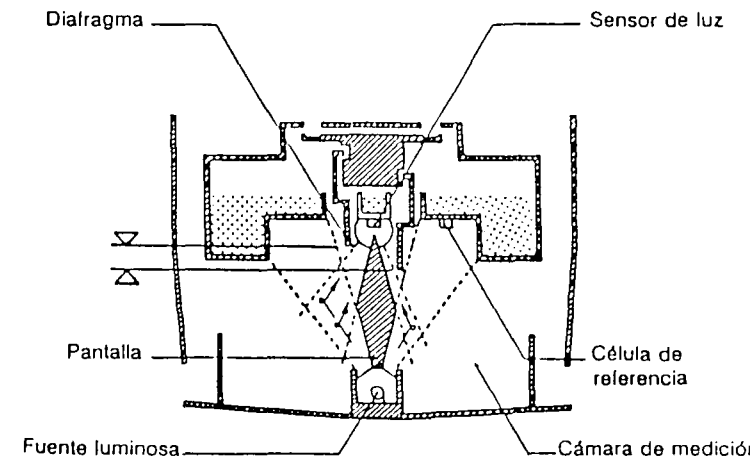


Figura 12. Detector óptico de humos por difusión.

— *Detector óptico de humos por oscurecimiento (momentáneo)*

Consiste en una cámara con una fuente luminosa que proyecta un haz sobre un dispositivo fotosensible. Cuando el humo penetra en el interior de la cámara, disminuye la intensidad luminosa en el receptor. Al alcanzar un cierto nivel de oscurecimiento, la alarma se activa.

— *Detector óptico de humos por oscurecimiento (lineal)*

Está formado por dos partes separadas; en una de ellas se ubica una fuente luminosa con un sistema de colimación del haz de luz y, en la otra, un dispositivo fotosensible. Cuando las partículas de humo penetran en el haz, disminuye la intensidad luminosa en el receptor.

La alarma se activa al alcanzar un cierto nivel de oscurecimiento. Se emplea para la protección de grandes recintos (hasta 100 metros de distancia).

Como efectos perturbadores se pueden señalar:

- Vibraciones, que pueden producir una señal de avería.
- Rayos solares modulados por objetos que vibran, dando lugar a una señal de alarma.

— *Detector de radiación infrarroja*

Consiste en una cámara con un sistema de filtro y lentes empleados para apantallar longitudes de ondas no deseables y localizar la energía incidente en una célula fotovoltaica sensible a la radiación infrarroja. Al alcanzar un cierto nivel de radiación, la alarma se activa (Figura 13).

Como fenómenos perturbadores causantes de alarmas intempestivas, se pueden citar los reflejos sobre el detector de rayos solares modulados.

— *Detector de radiación ultravioleta*

Es de características similares al detector de radiación infrarroja, siendo en este caso la célula sensible a la radiación ultravioleta.

Los fenómenos perturbadores que pueden causar disparos intempestivos de alarma son:

- Incidencia directa o reflejada de los rayos solares modulados.
- Operaciones de soldadura.
- Equipos de rayos X.
- Equipos de rayos gamma.

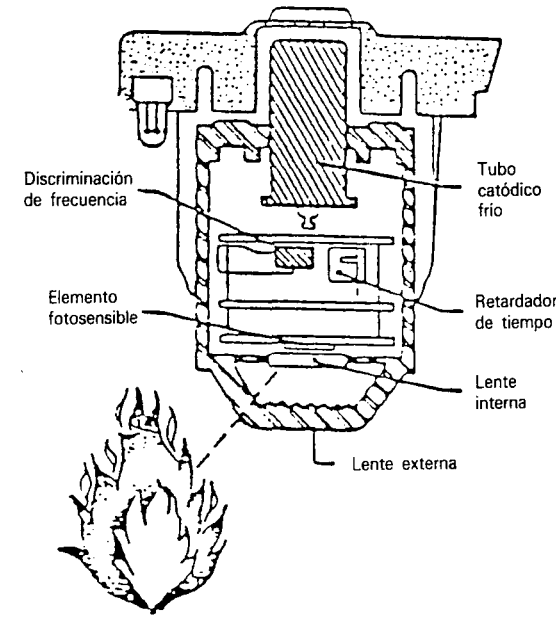


Figura 13. Detector de radiación infrarroja.

— *Detector de chispas*

Es un detector de radiación infrarroja de alta sensibilidad.

Se instalan generalmente en canalizaciones y tuberías de transporte neumático.

— *Detector termovelocimétrico*

Consta de una cámara con un dispositivos sensible a la velocidad de crecimiento de la temperatura. Cuando la velocidad adquiere un cierto valor (>10 °C/minuto), la alarma se activa (Figura 14).

Los dispositivos sensibles suelen ser de los siguientes tipos:

- Eléctricos.
- Neumáticos.
- Elementos semiconductores.

Los incrementos bruscos de temperatura provocados por calefacción, cocinas (hornos), etc. pueden causar alarmas intempestivas.

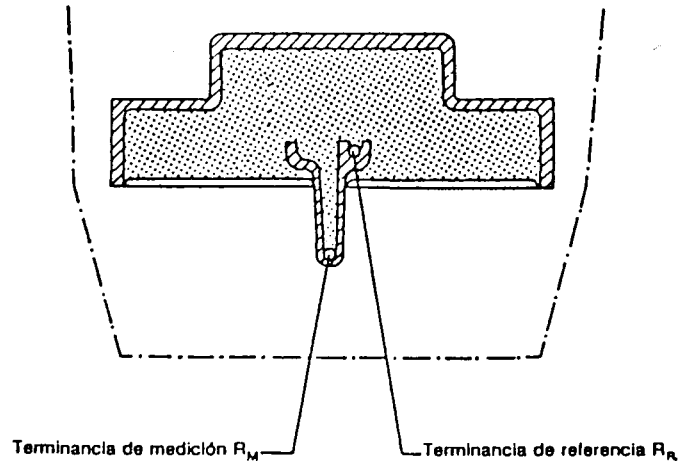


Figura 14. Detector termovelocímetro.

— *Detector termostático*

Consiste en una cámara con un dispositivo termosensible que, al alcanzar una temperatura previamente fijada (<57 °C), activa la alarma.

El dispositivo termosensible puede estar formado por:

- Elemento fusible.
- Dispositivo bimetálico.

Factores como rayos solares, cocinas, calefacciones, etc. pueden provocar falsas alarmas.

8.1.2.2. Zócalos

Son la base donde se coloca el detector, permitiendo un mantenimiento adecuado y una sustitución rápida del detector en caso de avería o variación del riesgo. En función de las distintas situaciones que puedan darse, los hay de diferentes tipos: vistos, empotrados, antideflagrantes, antihumedad, para conducciones de aire acondicionado, etc.

A fin de que se determine con rapidez cuál es el detector que se ha activado, es necesario que dichos zócalos dispongan de una señalización externa.

8.1.2.3. Pulsadores manuales de alarma

Son los dispositivos de un accionador, tipo interruptor, que están conectados a la central de señalización y control, de forma tal que cuando manualmente se activan ponen en funcionamiento el mecanismo de alerta de la central.

Suelen estar provistos de una pantalla transparente que les protege de un posible accionamiento involuntario.

Al igual que los zócalos, los hay de distintos tipos: vistos, empotrados, para ambientes secos, húmedos, intemperie, locales con riesgo de explosión, etc. (Figura 15).



Figura 15. Pulsador de alarma.

Las fuentes de alimentación del sistema manual de pulsadores de alarma, sus características y especificaciones deberán cumplir idénticos requisitos que las fuentes de alimentación de los sistemas automáticos de detección, pudiendo ser la fuente secundaria común a ambos sistemas.

Los pulsadores de alarma se situarán de modo que la distancia máxima a recorrer, desde cualquier punto hasta alcanzar un pulsador, no supere los 25 metros.

8.1.2.4. Centrales de señalización y control

Es el órgano central del sistema al cual están unidas las líneas de pulsadores, detectores y medios de extinción.

Las funciones que desarrollan son:

- Alimentar el sistema (pulsadores, detectores, etc.).
- Controlar el estado de funcionamiento del sistema.
- Señalizar las alarmas, averías y estado del sistema localizando e indicando el origen de la señal.
- Controlar la realización del plan de alarma (disparo de alarma general y extinciones automáticas).

El suministro de energía está formado al menos por dos fuentes de alimentación. Una de ellas es la red general, la otra la batería de acumuladores, de modo que cuando falle la red, entre en funcionamiento como suministro alternativo del sistema (Figura 16).

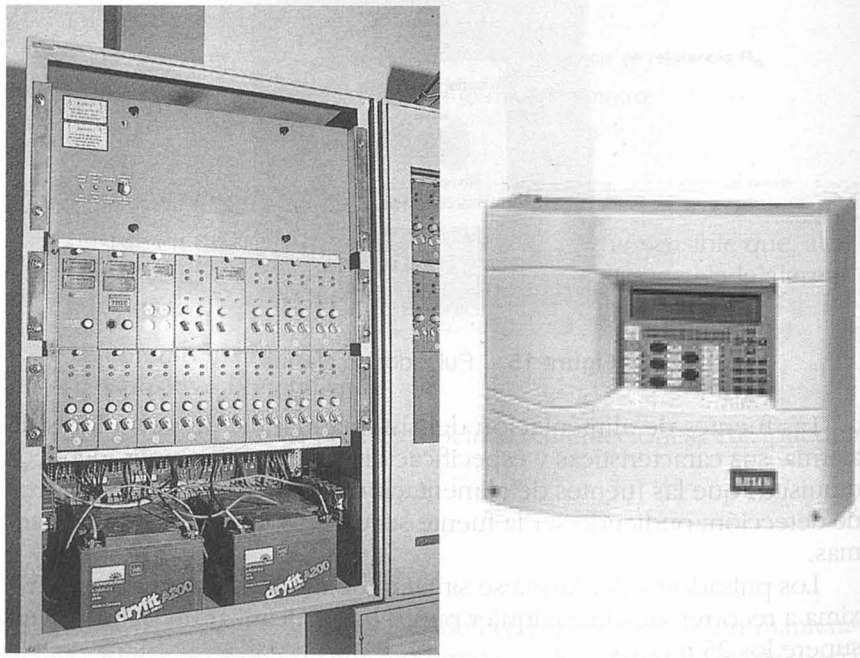


Figura 16. Central de señalización y control.

El sistema de comunicación de la alarma permitirá transmitir una señal diferenciada, generada voluntariamente desde un puesto de control. La señal será, en todo caso, audible, debiendo ser, además, visible cuando el nivel de ruido donde deba ser percibida supere los 60 dB (A).

Los niveles sonoros de señales acústicas y las ópticas, en su caso, permitirán que sean percibidas en el ámbito de cada sector de incendio donde esté instaladas.

8.1.2.5. Líneas

La instalación eléctrica se realizará de acuerdo a lo prescrito en el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.

Debe reunir las siguientes características:

- El cable ha de ser unifilar.
- No se admiten diámetros de conductor inferiores a 0,6 mm.
- El entubado y cajas de derivación han de ser metálicas.
- El trazado de la instalación no debe efectuarse paralelamente a otras instalaciones eléctricas de alta intensidad, y debe diferenciarse del resto de las conducciones.

8.1.3. Elección del tipo de detectores

La elección del tipo de detector adecuado se determinará considerando el desarrollo probable del incendio en sus fases iniciales, la altura del local, las condiciones ambientales y los posibles fenómenos perturbadores en las zonas que se vigilan.

En el cuadro 1 y se relacionan algunas de las características de los detectores.

El número de detectores vendrá determinado por los factores antes mencionados y las superficies máximas a proteger que están definidas por el fabricante.

8.2. Extinción de incendios

8.2.1. Métodos de extinción

De acuerdo con lo visto anteriormente, relativo a la química del fuego, para que se genere un fuego y se mantenga es necesario que coexistan los cuatro elementos que integran el tetraedro del fuego.

Cuadro 1. Elección del tipo de detectores

Tipo de detector	Desarrollo del incendio		Altura del local (m)						Temperatura ambiente (°C)			Movimiento del aire (m/seg.)				
	Lento	Rápido	4,5	6	7,5	12	20		<–20	<50	10 ó 35	<5	Sin límite	Vibraciones	Humo, polvo y aerosoles	Radiación óptica
Iónico A	A	A	A	A	A	A	NA			A		A			NA	
Óptico																
– Ppio. Oscur.	A	A	A	A	A	A	NA			A		A		NA	NA	
– Ppio. Disp.	A	A	A	A	A	A	NA			A		A		NA	NA	
UV	A	A	A	A	A	A							A		NA	
IR	A	A	A	A	A	A							A		NA	
Estática		A										A		A		
Velocidad		A							A(1)				A			
Grado resp. 1			A	A	A	NA	NA									
Grado resp. 2			A	A	NA	NA	NA									
Grado resp. 3			A	NA	NA	NA	NA									

(1)Cuando el fabricante certifique su funcionamiento.
A: Apropiado.
NA:No apropiado.

Asimismo, para conseguir la extinción del fuego es imprescindible anular uno o varios de los elementos integrantes de dicho tetraedro.

Por consiguiente, dependiendo del factor sobre el que se actúe, existen las siguientes formas de extinción:

- Sofocación.
- Eliminación.
- Enfriamiento.
- Inhibición.

8.2.1.1. Sofocación

Consiste en actuar sobre el comburente. Esta acción se puede efectuar de dos formas:

- Evitando la aportación de oxígeno sobre el combustible mediante el recubrimiento del combustible por un material difícilmente combustible (manta ignífuga), o incombustible (arena, polvo, espuma, etc.).

- Reduciendo la cantidad de oxígeno mediante la proyección de un gas inerte (nitrógeno o dióxido de carbono) que provoque la disminución del oxígeno por debajo de la concentración mínima exigible.

8.2.1.2. Eliminación

Consiste en actuar sobre el combustible, consiguiéndose por alguna de las siguientes formas:

- Corte del flujo de combustible hacia la zona de fuego (gases y líquidos).
- Retirando los combustibles de las proximidades de la zona de fuego antes de que sean afectados por el mismo.

8.2.1.3. Enfriamiento

Consiste en actuar sobre la energía de activación, eliminándola y, por consiguiente, deteniendo la reacción en cadena.

Esto puede lograrse a través de la adición de sustancias que absorban dicha energía.

8.2.1.4. Inhibición

Es la neutralización de los radicales libres que provocan la reacción en cadena.

Se consigue mediante la proyección de sustancias que producen radicales libres que, por combinación con los radicales producidos en la combustión, rompen la reacción en cadena.

8.2.2. Agentes extintores

Son las sustancias que, basándose en los métodos anteriormente descritos, provocan la extinción del fuego.

Para que la utilización de un agente extintor tenga el efecto deseado, de acuerdo con el tipo de fuego que se tenga presente, es necesario conocer las propiedades y características de los más frecuentemente utilizados.

8.2.2.1. Agua

El agua ha sido durante mucho tiempo, y aún hoy lo sigue siendo, el agente extintor más utilizado. Sus propiedades y características son las siguientes:

— *Propiedades físicas*

Las propiedades que le dan poder de extinción son:

- A temperatura ambiente es un líquido pesado y relativamente estable.
- Su calor específico es alto, 1 cal/g, (4,18 kJ/kg), en comparación con otros líquidos comunes.
- El calor de vaporización también es relativamente elevado, aproximadamente 539 cal/g (2.253 kJ/kg).
- Cuando el agua se vaporiza, aumenta su volumen 1.600 veces y el vapor producido desplaza al aire que rodea al fuego y, por tanto, al oxígeno disponible para la combustión.
- Su densidad relativamente alta (1 kg/l) hace posible su proyección a largas distancias.
- Su elevada tensión superficial (73 mN/m) favorece su dispersión en pequeñas gotas y nieblas, aumentando la eficacia específica de extinción.
- La viscosidad en estado líquido varía relativamente poco, lo que permite su transporte a través de tuberías, mangueras y boquillas bajo muy diversas condiciones.

— *Propiedades extintoras*

- *Enfriamiento*: su alto calor específico y de vaporización le confiere la propiedad de absorber gran cantidad de calor.
- *Sofocación*: desplazamiento del oxígeno al vaporizarse.
- *Emulsionamiento*: impidiendo o retrasando la emisión de vapores inflamables, al aplicar agua pulverizada a algunos líquidos inflamables de alta viscosidad (fuel-oil), dispersándose ambos debido a su inmiscibilidad.
- *Dilución*: En aquellos casos en que tenemos productos inflamables hidrosolubles.

— *Aplicaciones del agua*

- *Chorro*: se utiliza para apagar fuegos de clase A a distancia, debido a su gran alcance.
- *Pulverizada:* se proyecta en forma de multitud de pequeñas gotas. Tiene muy poco alcance pero realiza un enfriamiento muy rápido. Se utiliza fundamentalmente para la extinción de fuego de la clase A y para el control de fuego de las clases A, B y C.

Dado el alto grado de disponibilidad de este agente, se han realizado estudios para mejorar su efectividad y utilización en determinadas situaciones. Estas mejoras se consiguen con aditivos, que producirán distintos efectos en cada caso, como son:

- *Humectantes*: mediante la adición de sustancias que mejoran la penetración del agua, al disminuir la tensión superficial y aumentar la superficie disponible para la absorción de calor. Los agentes humectantes deben estar aprobados para su empleo en protección contra incendios, ya que la mayoría son tóxicos, corrosivos o inestables cuando se mezclan con agua.
- *Espesantes*: Utilizando aditivos que provoquen el aumento de la viscosidad, logrando una mayor adherencia al combustible y originando una capa más espesa sobre la superficie de éste.
- *Anticogelantes*: Añadiendo sustancias que disminuyen el punto de congelación del agua.
- *Inhibidores de corrosión*: Cuando se añaden al agua algunas sustancias con objeto de mejorar alguna de sus características, indirectamente pueden potenciarse otros efectos negativos, como son la conductividad eléctrica y la corrosividad sobre ciertos metales y aleaciones. En este último caso, se añaden pequeñas cantidades de productos (por ejemplo, dicromato sódico) que contrarrestan esta acción.
- *Modificadores de flujo*: Para reducir la pérdida de carga debida, por una parte, a la fricción entre el agua y las paredes de las conducciones y, principalmente, por el flujo turbulento desarrollado dentro de una conducción a altas velocidades, se agregan soluciones de polímeros lineales que rebajan la turbulencia (por ejemplo, polioxietileno). De esta forma, aumentan el caudal suministrado y la presión en el punto de descarga.

— *Inconvenientes*

- Conduce la corriente eléctrica.
- Al tener más densidad que la mayoría de los combustibles líquidos, resulta poco eficaz e incluso contraproducente ante éstos.
- No utilizable frente a fuego de metales, debido al riesgo de explosión.
- Dispersa la mayoría de los combustibles líquidos y sólidos subdivididos.
- Causa importantes daños materiales.
- Hay que tener en cuenta el riesgo de congelación.

8.2.2.2. Espumas

Son burbujas de aire formadas a partir de soluciones acuosas de agentes espumantes. Se encuentran totalmente en desuso las espumas obtenidas mediante reacción química (espumas químicas) que se utilizaban en un principio.

— *Propiedades físicas*

- Baja densidad, lo que le permite flotar sobre la superficie de los líquidos combustibles.
- Toxicidad nula o muy ligera. Algunas son irritantes pero se suele eliminar la irritación con un simple lavado con agua.
- Todas las espumas presentan una cierta conductividad eléctrica, normalmente mayor cuanto menor es su grado de expansión, por lo que no se deben utilizar en presencia de equipos con tensión, salvo determinadas aplicaciones especiales.
- Incompatibilidad con algunos agentes exteriores (polvos u otros espumógenos), produciendo su descomposición instantánea.
- Incompatibilidad, salvo tipos especiales, con los combustibles líquidos de tipo polar (alcoholes, cetonas, acetatos, éteres, etc.).
- Cohesión o adherencia entre las diferentes burbujas para conseguir una capa resistente.
- Supresión de vapores inflamables, minimizando el riesgo de reignición.
- Estabilidad, consiguiendo un adecuado grado de enfriamiento.
- Fluidez, que le permita extinguir rápidamente un fuego.
- Resistencia al calor, que le confiere el poder de resistir los efectos del fuego.
- Resistencia a ser contaminada por el propio combustible.

— *Propiedades extintoras*

- *Sofocación:* Eliminando el contacto del combustible con el aire, al formar una capa continua de burbujas e impidiendo la liberación de vapores inflamables.
- *Enfriamiento*: absorbiendo energía calorífica.
- *Eliminación*: desplazando las llamas, separándolas del combustible.

— *Aplicaciones de las espumas*

Se emplean para combatir fuegos de clase A y B. Atendiendo a su coeficiente de expansión (relación entre el volumen final de la espuma y el original del espumante que la produce), se clasifican en:

- *Espumas de baja expansión*: Aquellas cuyos coeficientes de expansión se encuentran comprendidos entre 3 y 30.
- *Espumas de media expansión*: Aquellas cuyos coeficientes de expansión se encuentran comprendidos entre 30 y 250.
- *Espumas de alta expansión*: Aquellas cuyos coeficientes de expansión se encuentran comprendidos entre 250 y 1.000.

Atendiendo a la composición del espumógeno (Cuadro 2), pueden ser:

- *Espumas proteínicas (P)*: Resultado de la hidrólisis de las proteínas sólidas naturales. Tiene gran resistencia térmica, elasticidad y capacidad de retención del agua pero es muy pobre su fluidez y su resistencia a la contaminación.
- *Espumas fluoroproteínicas (FP)*: Se obtiene de añadir elementos fluorados a los polímeros proteínicos, consiguiendo un aumento de la fluidez y la falta de adherencia al combustible, lo que permite su utilización para combatir fuegos en depósitos de gran profundidad mediante la inyección de la espuma por debajo de la superficie.
- *Espumas AFFF (aqueous film-forming foam)*: Son obtenidas a partir de agentes espumantes de tipo sintético combinados con elementos fluorados activos. Forman una película de solución acuosa sobre la superficie de los líquidos inflamables. Son poco viscosas y se extiende con rapidez, aunque tienen una menor estabilidad. Son compatibles con todos los polvos extintores, pero no permiten la extinción de combustibles polares.

- *Otras espumas sintéticas*: en la actualidad se están desarrollando diversos espumógenos de tipo sintético que combinan las ventajas de los tipos anteriores. Entre éstas se encuentran los espumógenos generadores de espumas de media y alta expansión.
- *Espumas anti-alcohol (AR)*: Son espumógenos específicos para combatir fuegos de combustibles polares (alcoholes, esmaltes, etc.) aunque también pueden ser usadas en fuegos de hidrocarburos. Las hay de diversos tipos, principalmente:
  - — Concentrados proteínicos o fluoroproteínicos a los que se les adicionan elementos insolubles en los combustibles polares.
  - — Concentrados sintéticos formados por agentes espumantes, estabilizadores y elementos fluorados y gelificantes que forman una membrana continua que evita la destrucción de la espuma.
  - — Espumas de hidrocarburos sintéticos tensoactivos; que se utilizan con generadores de espumas de alta expansión, provocando la inundación total. Son idóneas para combatir fuegos en interiores y espacios cerrados.
- *Otras espumas*: existen también espumas especiales para controlar y combatir el desprendimiento de vapores debidos a derrames de productos o compuestos tóxicos. Estas espumas son de aplicación únicamente para estos supuestos y no deben confundirse con las espumas contra incendios.

Atendiendo al porcentaje nominal de mezcla del espumógeno establecido por el fabricante para obtener espuma con las características adecuadas (valores en volumen):

- Espumógenos al 3%.
- Espumógenos al 6%.
- Otros valores (espumas de alta expansión o tipos especiales).

La utilización de espumógenos en un porcentaje mayor que el recomendado no sólo resulta antieconómico, sino que da lugar a espumas excesivamente espesas y con una peor fluidez, sin que mejoren sustancialmente el resto de las características, a la vez que se disminuye el tiempo de autonomía. Por otra parte, si la mezcla agua-espumógeno resulta muy diluida, se obtendrá una espuma menos estable y resistente al calor, con lo que se deteriorará más rápidamente, incluso sin llegar a formar una verdadera capa protectora.

Cuadro 2. Características de las diversas espumas

Propiedad / Tipo de espuma	Cohesión	Supresión vapores inflamables	Estabilidad	Fluidez	Resistencia térmica	Resistencia a la contaminación	Resistencia a combustibles polares
Proteínica	MB	MB	MB	R	MB	D	D
Fluoroproteínica	MB	MB	B	B	MB	MB	D
Espuma película acuosa (AFFF)	R	B	R	MB	B	MB	D
Espuma antialcohol (sintética)	B	MB	B	MB	MB	MB	MB

MB: Muy buena B: Buena R: Regular D: Deficiente

Nota: Estas características deben entenderse como generales, debiendo ser avaladas en cada caso por los correspondientes ensayos.

— *Inconvenientes*

- Son conductoras de la corriente eléctrica. A menor grado de expansión, mayor conductividad.
- Puede provocar daños materiales.
- No debe aplicarse sobre metales.

En el cuadro 3 se describen los tipos de espuma y los métodos de aplicación para los riesgos típicos.

Cuadro 3. Tipos de espuma y métodos de aplicación para riesgos típicos

Tipo de espuma	Tipo de riesgo					
	Hidrocarburos			Líquidos polares		Gases licuados
	Tanques	Derrames	Derrames	Tanques	Derrames	Derrames
Proteínica	R3	NR	R3	NR	NR	NR
Fluoroproteínica	R1	R1	R2	A(1)	A(1)	NR
Formadora de película acuosa (AFFF)	R2	R2	R1	(4)	(4)	NR
Antialcohol	(4)	(4)	(4)	R1(2)	R1(2)	NR
Media-alta expansión	NR	NR	A	NR	A(3)	R1
Métodos de aplicación	Vertederas superiores monitores	Inyección bajo superficie	Boquillas, monitores	Vertederas superiores	Boquillas monitores	Generadores alta expansión

R1: recomendable (1.ª opción); R2: recomendable (2.ª opción); R3: recomendable (3.ª opción) A: aceptable; NR: no recomendable.
(1) Sólo bajo ciertas condiciones especiales y para ciertos tipos de líquidos polares.
(2) En el porcentaje recomendado para este uso específico.
(3) Sólo con espumógenos de tipo antialcohol, capaces de generar espumas de alta expansión y con generadores de tipo adecuado.

8.2.2.3. Polvos químicos

El polvo químico, polvo químico seco o polvo seco está formado por sales inorgánicas finamente pulverizadas cuyo componente básico puede ser:

- Bicarbonato sódico.
- Bicarbonato potásico.
- Cloruro potásico.
- Bicarbonato de urea-potasio.
- Fosfato monoamónico.
- Metales alcalinos.

Estos productos se mezclan con diversos aditivos que mejoran su grado de humedad, fluidez y aislamiento eléctrico, como son: estearatos metálicos, fosfato tricálcico o siliconas.

— *Propiedades físicas*

- Están firmemente divididos en partículas, cuyo tamaño oscila entre 10 y 75 micras.
- Son estables a temperaturas inferiores a 50 °C.
- No son tóxicos, aunque pueden originar trastornos respiratorios e impedir la visión si se descargan grandes cantidades.
- Son malos conductores de la electricidad.

— *Propiedades extintoras*

- *Inhibición:* Combinándose con los radicales libres e impidiendo que mantengan la combustión. Es el efecto más importante en la extinción con polvo, particularmente en el tipo convencional o BC.
- *Sofocación:* Cuando se descarga el polvo polivalente o ABC, éste se descompone produciendo un residuo (ácido metafosfórico)en la superficie en combustión que aísla el combustible del oxígeno del aire. Este mecanismo de extinción es el más importante en fuegos de materiales que arden con brasa.
- *Enfriamiento:* Absorbiendo energía calorífica, aunque es el efecto menos importante.

— *Aplicaciones de los polvos químicos*

En función de su composición y capacidad de extinción, podemos dividirlos en dos tipos:

- *Polvo seco (polvo BC):* Presenta gran efectividad ante fuegos de combustibles líquidos y gaseosos (clase B y C), siendo sus componentes básicos los bicarbonatos y los sulfatos.
- *Polvo polivalente (polvo ABC):* A diferencia del polvo seco, es eficaz en presencia de fuegos de la clase A. Asimismo extingue los fuegos de clase B y C. Su componente básico es el fosfato monoamónico.

Ambos se utilizan mediante extintores móviles, siendo el polvo seco factible para sistemas fijos.

— *Inconvenientes*

- Son abrasivos y tiene gran capacidad de dispersión, por lo que aunque son malos conductores, no es recomendable su uso en presencia de equipos delicados (eléctricos o mecánicos).
- Son incompatibles con la mayoría de las espumas.

8.2.2.4. Dióxido de carbono

El dióxido de carbono (nieve carbónica o anhídrido carbónico) es el agente extintor gaseoso más utilizado, dadas sus características y propiedades.

— *Propiedades físicas*

- En condiciones normales el CO_2 es un gas incoloro e inodoro, que por compresión y enfriamiento puede llegar a licuar e incluso a solidificar.
- No es corrosivo.
- No deja residuos.
- La conducción por las tuberías se efectúa por su propia tensión de vapor, que proporciona la impulsión suficiente.
- Durante la descarga el agente tiene una temperatura muy baja (inferior a –40 °C).
- Es asfixiante para concentraciones superiores al 9%.

- Tiene mayor densidad que el aire (1,529 g/cm^3).
- Se autoimpulsa, debido a su presión de almacenamiento.
- Es mal conductor de la electricidad.

— *Propiedades extintoras*

- *Sofocación*: Envolviendo el combustible y disminuyendo la concentración de oxígeno.
- *Enfriamiento*: Al producirse la descarga, el anhídrido líquido se expande con rapidez al convertirse en gas, produciendo un considerable descenso de su temperatura.

— *Aplicaciones del dióxido de carbono*

Suele emplearse a través de medios de extinción portátiles o fijos.

Es ineficaz frente a la mayoría de fuegos de clase A, debido a la presencia habitual de brasas que provocan la reignición, con la excepción de los fuegos de equipos eléctricos, ya que éstos suelen tener poca profundidad de brasas. Por ello, por no generar residuos, está especialmente indicado en fuegos de equipos eléctricos o mecánicos delicados.

Es aplicable a fuegos de combustibles líquidos o gaseosos, aunque tiene baja efectividad, salvo que estén muy confinados y sean de tamaño reducido.

— *Inconvenientes*

- Poca efectividad en exteriores.
- Asfixiante en concentraciones superiores al 9%.
- Poco eficaz frente a brasas.
- Incompatible con fuegos de metales.

8.2.2.5. Hidrocarburos halogenados (Halones)

Aunque hoy día se ha producido la fabricación de estos productos, por los problemas que ocasiona en la capa de ozono, todavía hay instalaciones en las que está presente, por ello se uncluye este apartado genérico sobre los mismos.

Los halones son hidrocarburos formados a raíz de la sustitución parcial o total de átomos de hidrógeno por átomos de halógeno (flúor, cloro o bromo).

De acuerdo con la norma existente en su momento, su identificación viene dado por la palabra halón, seguida de una serie de dígitos que indican por orden la cantidad de átomos de carbono de la molécula, la de átomos de flúor, la de cloro y la de bromo (y en caso de existir también, la de yodo); por ejemplo, el HALÓN 1211: bromoclorodifluormetano (CF_2ClBr).

— *Propiedades físicas*

- A temperaturas superiores a 500 °C se descomponen en productos tóxicos e irritantes, detectándose por sus olores fuertes y acres.
- No conducen la electricidad.
- No son corrosivos.
- Cada uno de los elementos halogenados confieren determinadas propiedades, tales como ininflamabilidad, estabilidad, reducción de la toxicidad, elevación del punto de ebullición.
- No dejan residuos.

— *Propiedades extintoras*

- *Inhibición*: Los halones neutralizan los radicales libres que intervienen en la reacción en cadena. En la práctica, sólo son necesarias concentraciones de halón en aire inferiores al 30% en volumen para extinguir fuegos superficiales en la mayoría de los combustibles sólidos; en el caso de gases y líquidos inflamables, la concentración teórica necesaria para la extinción puede llegar a ser incluso inferior sólo del 5% (metano, heptano, benceno, etanol, etc.).
- *Enfriamiento*: los halones absorben energía calorífica. El efecto de enfriamiento es menos importante que en el agua o la espuma, pero más que en el polvo o el dióxido de carbono.

— *Aplicaciones de los halones*

En los últimos años los dos hidrocarburos halogenados más ampliamente utilizados en protección contra incendios han sido los siguientes:

- HALÓN 1211 o bromoclorodifluormetano (CF_2ClBr): se encuentra en estado gaseoso en condiciones normales; es incoloro y de olor dulce. Se utiliza normalmente para medios manuales (extintores portátiles).

- HALÓN 1301 o bromotrifluormetano (CF_3Br): compuesto incoloro e inodoro, aunque al entrar en contacto con el fuego y descomponerse desprende un olor picante característico. Se utiliza sobre todo en instalaciones de aplicación total en áreas ocupadas, donde la descarga de este agente no suponga un riesgo inmediato para las personas.

Son aplicados por medios fijos y portátiles, siendo el 1301 utilizado preferentemente en sistemas de inundación total.

Frente a fuegos de la clase A, su eficacia depende de la generación de brasas, a menor número de brasas mayor efectividad.

El uso ante fuegos de clase B y C, le confiere una eficacia aceptable.

Fundamentalmente se usan para la protección de equipos eléctricos y delicados (equipos de proceso de datos).

— *Inconvenientes:*

- Altamente tóxicos a temperaturas elevadas (1211).
- Poco eficaces en fuegos con brasas.
- Efectos medioambientales; causante de la disminución de la capa de ozono atmosférica.

El 1 de Enero de 1994 entró en vigor la prohibición de fabricar estos dos tipos de halón, motivada por los efectos destructivos demostrados que sobre la capa de ozono de la atmósfera y que lo producen las sustancias clorofluorocarbonadas (CFC) y los halones entre ellas.

8.2.2.6. Agentes limpios

La obligada sustitución de los halones por agentes extintores de características similares, ha producido un avance en investigación y desarrollo de nuevos productos y la optimización de los ya existentes en el mercado.

Desde un principio, la búsqueda de agentes alternativos ha estado orientada a la sustitución del halón 1301, por su masiva utilización en los sistemas fijos, mientras que el halón 1211 se ha optado por el cambio hacia agentes alternativos *tradicionales*, como son el CO_2 y, en menor medida, el agua, la espuma y el polvo, sobre todo en medios manuales (no obstante también se han propuesto algunos sustitutivos para el halón 1211).

Los nuevos agentes son conocidos como *agentes limpios* y tienen como características comunes que son gases licuados o comprimidos o líquidos compresibles, se evaporan sin dejara residuos después de su aplicación y no son conductores de la electricidad.

En general, presentan menor efectividad extintora en relación con el halón 1301 y, por tanto, necesitan mayor volumen de almacenamiento para proteger el mismo recinto; su precio es superior y, en el caso de los agentes químicos, en la extinción generar mayor cantidad de productos de descomposición.

Se distinguen dos tipos de agentes limpios sustitutivos del halón 1301:

— *Agentes químicos limpios*

Comprenden las siguientes familias de compuestos:

a) HFC (hidrofluorocarbonos).
b) HCFC (hidroclorofluorocarbonos).
c) PFC (perflurocarbonos).
d) Mezclas de los anteriores.

No se consideran aquí los HBFC (hidrobromofluorocarbonos), ya que su fabricación fue prohibida a partir del 1 de enero de 1996.

Los métodos de extinción son por inhibición de la reacción de combustión en cadena y por enfriamiento.

— *Gases inertes y sus mezclas*

Son gases nobles, básicamente argón y nitrógeno (las mezclas incluyen en algún caso, pequeñas proporciones de dióxido de carbono y helio).

El método de extinción es, en este caso, mediante inertización del recinto protegido. Algunos autores destacan que existe también un importante efecto de enfriamiento por parte del gas inerte.

Son, por tanto, aplicables en sistemas de inundación total. No se descomponen, son baratos y no dañan el medio ambiente ya que son elementos presentes en el aire.

Como desventajas, cabe citar que los tiempos de descarga son prolongados, necesitan un volumen de almacenamiento de 8 a 10 veces mayor que en el caso del halón 1301 y requieren equipos de regulación, distribución y descarga más complejos.

8.2.2.7. Agentes extintores especiales

A diferencia de los agentes extintores comunes, los llamados especiales tienen la particularidad de extinguir los fuegos producidos por metales combustibles.

Estos agentes pueden presentarse en forma de polvo, líquido o gas, siendo la variedad de polvo la más utilizada.

Debido a que los metales combustibles difieren en sus propiedades, la combustión de cada uno de ellos se desarrolla de forma diferente, lo que nos induce a examinar las características de cada combustión para seleccionar con certeza el agente adecuado.

Por ello, además de conocer la naturaleza del metal combustible, es preciso determinar la ubicación y superficie del mismo.

Para que su utilización resulte eficaz, es necesaria la formación del operario en la aplicación del agente extintor.

— *Polvos especiales*

Dentro de este grupo hay una serie de agentes extintores homologados, y otros de aplicación industrial que no están patentados (Tabla 3).

- *Polvo G-1 pireno*: está compuesto por coque de fundición, grafitado y cribado, junto con un fosfato orgánico. Este agente actúa por enfriamiento, absorbiendo el calor del fuego y disminuyendo la temperatura del metal por debajo de su punto de ignición. Debido a su alta aglomeración y compactación, su aplicación ha de ser manual, extendiéndolo uniformemente sobre la superficie del fuego con un espesor de capa de 1,5 cm para fuegos de polvos metálicos y con gruesos superiores para fuegos de mayor tamaño. Está homologado para su empleo contra fuegos de magnesio, aluminio, sodio y potasio.
- *Polvo metalguard*: Es el mismo polvo que el G-1 pero con una denominación comercial diferente.
- *Polvo MET-L-X*: Está compuesto por cloruro sódico, adicionándole fosfato tricálcico, estearatos metálicos y un elemento termoplástico, para mejorar sus propiedades de fluidez, grado de humedad y aglutinación de las partículas de cloruro sódico respectivamente. El MET-L-X actúa por sofocación al compactarse y formar una costra por efecto del calor impidiendo el contacto con el aire. Puede ser proyectado mediante extintores portátiles

Tabla 3. Tipos de polvos homologados y su adecuación para la extinción

Nombre del polvo y su composición	Sodio	Potasio	Litio	Magnesio	Aluminio	Titanio	Uranio	Zirconio	Hafnio	Torio	Plutonio	Calcio
Polvo G-1 «Pireno» (coque de fundición grafitado y fosfato orgánico)	*** (1)	*** (1)	**	***	*** (en polvo)	**	**	**C	**	**	**	**
Polvo «Metal guard» (coque de fundición grafitado y fosfato orgánico)	** (1)	*** (1)	**	***	*** (en polvo)	**	**	**C	**	**	**	**
Polvo «Met-L-X» (cloruro sódico, fosfato tricálcico, estearatos metálicos y polvo termo plástico)	** (1)	** (1)	**	***	** (en polvo)	**	**	**C				
Polvo «Na-X» (carbonato sódico, aditivos fluidificantes y antihigroscópicos)	*** (metálico)			**C (en astillas)				**C (en astillas)				
Polvo «Lith-X» (grafito y aditivos fluidificantes)	** (1)	*C (1)	***	* (en astillas)				* (en astillas)				
Polvo «Pyromet» (cloruro sódico, fosfato diamónico, proteína y agentes hidrofugantes y fluidificantes)	**			** (en polvo y astillas)	** (en polvo y astillas)	**		**				**
Polvo «TEC» (cloruros potásico, sódico y bórico)	*** (1)	*** (1)					*				*	

* Aceptable ** Adecuado *** Muy adecuado C: Sólo para el control del fuego

(1) También aplicable sobre fuegos de aleaciones sodio-potasio.

Nota: Es muy recomendable, cuando es previsible tener que combatir un fuego Clase D, comprobar, sobre un fuego real la eficacia y el método de aplicación más adecuado del agente extintor.

y su efectividad abarca la extinción de fuegos de magnesio, sodio, potasio, aluminio en polvo, circonio, titanio y uranio. Debido a su adherencia a las superficies verticales calientes, es aplicable a la extinción de fuegos de piezas sólidas.

- *Polvo Na-X*: Está formado por carbonato sódico y una serie de aditivos que reducen la humedad, mejoran su fluidez y provocan la formación de una costra por encima de la superficie expuesta del sodio metálico incendiado. El Na-X actúa por sofocación debido a la costra antes mencionada que impide la alimentación del aire. Puede emplearse mediante el uso de extintores portátiles, siendo utilizados para la extinción de fuegos de sodio metálico.
- *Polvo LITH-X*: Es un agente compuesto a base de polvo de grafito al que se le añaden una serie de aditivos que le otorgan fluidez. Actúa por sofocación y enfriamiento al impedir el contacto con el aire y absorber el calor del metal incendiado al realizar la extinción. Extingue los fuegos de magnesio, circonio, litio y sodio. Pude usarse mediante extintores portátiles.
- Polvo PYROMET: Está formado por cloruro sódico, fosfato diamónico, proteína y un aditivo que le confiere propiedades hidrofugantes y fluidificantes. Es válido contra fuegos de calcio, sodio, titanio, circonio, así como fuegos de aluminio y magnesio en polvo o astillas. Se aplica a través de extintores portátiles.
- Polvo TEC (Cloruro Eutéctico Ternario): Está formado por una mezcla de cloruro potásico, bárico y sódico. Actúa por sofocación, impidiendo el contacto del metal con el aire. Tiene una elevada eficacia ante fuegos de sodio y potasio. Hay que tener precaución en su manejo, debido a la alta toxicidad del cloruro bárico.

Los polvos hasta ahora descritos son agentes con una composición definida y dosificación determinada patentada.

A continuación, se describen una serie de agentes especiales a base de polvos que no están patentados pero que tienen cierta capacidad extintora.

- *Polvos de talco*: Se utilizan industrialmente para la extinción de fuegos de magnesio, adicionándosele una proteína para mejorar su capacidad controladora. Actúa como aislante, reteniendo el calor producido en la combustión.
- *Polvo de grafito*: Tiene aceptación frente a fuegos de magnesio, titanio, circonio, sodio y potasio. Ese polvo ha de estar muy finamente divido, compactándose por encima de metal e impidiendo la afluencia de oxígeno. También actúa como refrigerante absorbiendo el calor producido en la combustión.
- *Arena*: Para su empleo es imprescindible que esté seca y sea fina, para evitar posibles reacciones explosivas derivadas de la mezcla producida por la formación de vapor de agua y metal. Es recomendable su uso para la extinción de algunos fuegos de metales.
- *Limadura de hierro*: Es efectiva en el control de pequeños fuegos de magnesio (astillas), provocando el enfriamiento del metal caliente. Se debe evitar la utilización de limaduras oxidadas o húmedas, dado que éstas pueden reaccionar térmicamente con el metal.
- *Cloruro sódico*: Suele emplearse en la extinción de fuegos de metales alcalinos como el sodio y el potasio, formando una capa por encima del metal e interrumpiendo el suministro de oxígeno y enfriándolo.
- *Dolomita*: Es un carbonato de calcio y magnesio. Es eficaz para fuegos de polvo seco de titanio y circonio.

En la Tabla 4 se pueden ver una serie de polvos no patentados, reseñándose su adecuación a los distintos fuegos de metales.

— *Líquidos especiales*

- *TMB (Trimetoxiboroxina)*: Es un líquido incoloro, que tiene la particularidad de hidrolizarse con facilidad al entra en contacto con la humedad del aire, formando ácido bórico y metanol. Su aplicación provoca en un principio un fuerte desprendimiento de calor, debido a la descomposición química y a la ignición de metanol, formándose posteriormente sobre el metal una capa de óxido bórico fundido e impidiendo su contacto con el aire. Es válido para fuegos de magnesio, titanio y circonio, empleándose mediante el uso de extintores portátiles de forma pulverizada o un chorro compacto. Los vapores que se producen en aplicación del TMB son tóxicos.

— *Gases especiales*

- *Haluros de boro*: Suelen utilizarse el trifluoruro y el tricloruro de boro, siendo más efectivo el fluoruro. Tienen aplicación ante pequeños fuegos de magnesio, en caso de fuegos mayores existe la posibilidad de reignición.

Tabla 4. Tipos de polvos no patentados y su adecuación para la extinción

Naturaleza del polvo	Sodio	Potasio	Litio	Magnesio	Aluminio	Titanio	Uranio	Zirconio
Talco				*C				
Grafito	*	*	*	** (seco)	*	**	**	**
Arena seca					*C			
Limaduras de hierro				*C				
Cloruro sódico	**	**		*				
Cenizas de sosa (carbonato sódico)	**	**						
Cloruro de litio			**					
Silicato de zirconio			**					
Dolomita (carbonato de calcio y magnesio)						**C (seco)		**C

* Aceptable ** Adecuado C: Sólo para control del fuego

Notas:

— Algunos polvos extintores adecuados o eficaces sobre fuegos de la Clase D pueden resultar peligrosos cuando se emplean sobre fuegos de otro metal o aleaciones.

— Es muy recomendable, cuando es previsible tener que combatir un fuego Clase D, comprobar sobre un fuego real la eficacia y el método de aplicación más adecuado del agente extintor.

8.2.3. Extintores portátiles

Son aparatos de accionamiento manual que permiten proyectar y dirigir un agente extintor sobre un fuego.

Se diferencian unos de otros atendiendo a una serie de características como: el agente extintor contenido, el sistema de funcionamiento, la eficacia, el tiempo de descarga y el alcance.

8.2.3.1. Clasificación de los extintores

— *Dependiendo del agente extintor y su forma de proyección*

- De agua a chorro.
- De agua pulverizada.
- De agua con aditivos (a chorro o pulverizada).
- De espuma. Dicha espuma puede ser física (producida por la unión de un espumante con el aire atmosférico) o química (con gas impulsor producido mediante una reacción).
- De polvo. Se distinguen tres tipos:
  - — Polvo químico seco (BC), a base de bicarbonatos o cloruros.
  - — Polvo polivalente o antibrasa (ABC), a base de fosfatos.
  - — Polvo especial (D), destinado a los fuegos de metales.
- De CO_2.
- Fluorcarbonos y mezclas de gases inertes (agentes limpios).

— *Dependiendo del modo de transporte*

- *Portátiles*: Son aquéllos cuya masa total transportable es igual o inferior a 20 kg. Deben estar certificados.
- *Sobre ruedas*: Incluyen a los anteriores, aunque esta denominación se suele aplicar a aquéllos que están dotados de ruedas para su desplazamiento. Pueden tener una carga nominal no superiora 100 kg (polvo o gases), 100 l (agua o espuma) ó 10 kg (CO_2). Si superan estas cargas se consideran, depósitos de presión para uso de brigadas contra incendios, depósitos de presión para sistemas de mangueras o suministro móvil de CO_2.
- *Fijos*: Se aplica a extintores no transportables, de accionamiento manual o automático.

Tabla 5. Resumen de agentes extintores

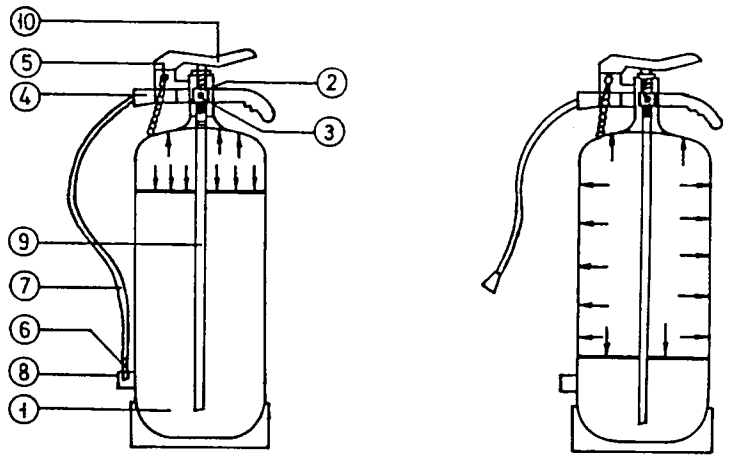
Clasificación según el agente extintor		Aplicaciones	Ventajas	Inconvenientes	Peligros
AGUA	A chorro	• Fuegos con brasa.	• Gran alcance	• Dispersión del incendio. • Poca penetración. • Daños adicionales en documentos.	• Fuego de equipos en presencia de tensión eléctrica (con agua pulverizada el peligro es menor). • Fuegos de metales.
	Pulverizada	• Fuegos con brasa.	• Gran penetración en fuegos con brasas.	• Poco alcance.	
	Pulverizada con aditivos AFFF	• Fuegos con brasa. • Fuegos de líquidos inflamables.	• Mejora la eficacia del agua.	• No extingue fuegos dinámicos (derrames).	
ESPUMA		• Fuegos con brasa. • Fuegos de líquidos inflamables.	• Efecto acumulable a partir de la densidad crítica de aplicación.	• Hidrolización del espumógeno. • No extingue fuegos dinámicos (derrames).	• Fuegos de metales. • Fuegos de equipos bajo tensión eléctrica.
POLVO	Químico seco (BC)	• Fuego de líquidos inflamables. • Fuegos de combustibles gaseosos o líquidos bajo presión. • Fuegos de equipos en presencia de tensión eléctrica.	• Alta eficacia.	• Pueden originar daños en máquinas o equipos delicados.	
	Polivalente (ABC)	• Fuegos con brasas. • Fuegos de líquidos inflamables. • Fuegos de combustibles gaseosos o líquidos bajo presión. • Fuegos de equipos en presencia de tensión eléctrica.	• Alta eficacia.		
	Especial (D)	• Fuegos de metales.			• Suelen ser específicos para tipos concretos de metales.
CO_2		• Fuegos de liquidos inflamables y combustibles gaseosos confinados o de pequeño tamaño. • Fuegos en presencia de tensión eléctrica.	• No deja residuos.	• Baja eficacia.	• Asfixiante. • Pueden originar quemaduras por baja temperatura en la descarga.
AGENTES LIMPIOS		• Fuegos de líquidos inflamables. • Fuegos en presencia de tensión eléctrica. • Se utiliza para inundación total.	• No de ja residuos.	• No muy eficaz frente a fuegos con brasa.	• Descarga lenta. • Gran volumen de almacenamiento. • Precio relativamente caro.

— *Dependiendo del sistema de presurización*

- *Extintores de presión permanente*: Son aquéllos que se encuentran constantemente presurizados, bien por la propia tensión de vapor del agente o por la presión auxiliar que le confiere un agente propulsor que se encuentra en el interior del recipiente (Figura 17).
- *Extintores de presión no permanentes (o de presión adosada)*: Este grupo lo forman extintores que se presurizan en el momento de su utilización mediante la acción de un gas propelente o impulsor, contenido en el interior de un recipiente que puede estar adosado al cuerpo del extintor o en el interior de éste (Figura 18).

— *Dependiendo del sistema de control de la proyección*

- Extintores de control por palanca: Aquellos extintores cuya descarga se controla por una palanca o pistolete que se abre al ser accionada y se cierra instantáneamente, en caso contrario, mediante un muelle u otro mecanismo.



1. Cuerpo extintor
2. Cuerpo de la válvula
3. Orificio conexión manómetro
4. Racor unión manguera
5. Pasador de seguridad
6. Boquilla
7. Manguera
8. Soporte manguera
9. Tubo sonda salida
10. Palanca de accionamiento

Figura 17. Extintor de presión permanente.

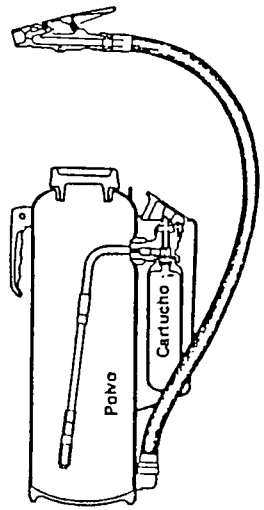


Figura 18. Extintor de presión adosada.

Tabla 6. Clasificación de extintores según sistema de presurización

Clasificación según el tipo de funcionamiento aplicaciones	Aplicaciones	Ventajas	Inconvenientes
PRESIÓN PERMANENTE	• Extintores de CO_2 siempre. • Extintores de gas habitualmente. • Extintores de agua y espuma. • Extintores de polvo.	• El manejo es sencillo. • Aplicable para uso por personal poco adiestrado.	• No permiten la revisión del agente extintor ni de la mayoría de las partes operativas sin descargar el agente impulsor, lo que obliga a una nueva descarga.
PRESIÓN NO PERMANENTE	• Extintores de gas muy raramente. • Extintores de agua y espuma. • Extintores de polvo.	• Permiten la revisión del agente y del interior sin necesidad de descargar el agente impulsor. • Por lo general su accionamiento permite mayor efectividad en la extinción del incendio.	• Requiere mayor número de operaciones para su funcionamiento. • Exige un adecuado mantenimiento para evitar accidentes en la puesta a presión. • Aplicable para uso por personal adiestrado.

- Extintores de control por volante: Aparatos cuya descarga se controla por una válvula que se abre o cierra mediante el giro de un vástago roscado. Cuando no es accionada, permanece en la posición en que se dejó (abierta o cerrada).

  Este sistema no es admisible en el caso de extintores portátiles, ni es recomendable para ningún otro.

— *Dependiendo de su eficacia*

La eficacia de los extintores portátiles es una magnitud indicativa del tamaño y clase de fuego que el aparato es capaz de extinguir. La eficacia de un aparato extintor depende, en gran medida, del poder extintor del agente que contiene. Para un mismo agente existen otros factores que pueden modificarla:

- Alcance.
- Duración de la descarga.
- Forma de descarga.
- Manejabilidad.

Los extintores móviles se clasifican según el hogar tipo que son capaces de extinguir. Son identificados por un número y una letra. El número indica el tamaño del hogar (hogares tipo normalizados) y la letra indica la clase de fuego (Tabla 7).

Tabla 7. Eficacia de los extintores (UNE 23110)

Agente		Carga del extintor (kg)	Intervalo de eficacias
POLVO		1	31, 13B-C a 3A, 21B-C
		2	5A, 21B-C a 8A, 34B-C
		3	8A, 34B-C a 13A, 55B-C
		6	13A, 89B-C a 34A, 233B-C
		9	Superior a 21A, 113B-C
		12	Superior a 34A, 144B-C
		6	5A, 55B-C a 8A, 113B-C
AGUA	CON ADITIVOS (*)	6	5A, 21B a 5A, 55B
		9	8A, 34B a 13A, 89B
	SIN ADITIVOS	6	5A
		9	8A, 21A
DIÓXIDO DE CARBONO		2	13B-C
		3-5	21B-C
		5	34B-C

(*) Incluye eficacia de extintores de espuma física.

8.2.3.2. Consideraciones generales

— *Tipo de funcionamiento*

Excepto en el caso del dióxido de carbono y de la mayoría de los gases, que estarán a presión permanente, para los demás agentes se presenta la opción entre extintores de presión permanente o no permanente.

- Extintores de presión permanente:

  No permiten la revisión del agente, ni de la mayoría de las partes operativas, sin descargar del agente impulsor, lo que obliga a una nueva recarga, salvo en el caso de que el recipiente esté separado de la válvula por una placa que se perforará cuando se utilice. El manejo de este tipo de extintores es sencillo.

- Extintores de presión no permanente:

  Permiten la revisión del agente y del interior de recipiente sin necesidad de descargar el agente impulsor. En caso de sobrecarga, existe el peligro de que la presión del gas impulsor, al entrar en el recipiente, no pueda ser resistida por éste. Todos los extintores de este tipo deberían disponer de un dispositivo de seguridad para evitar su explosión. El dispositivo de seguridad es obligatorio actualmente en España para los extintores de presión no permanente con capacidad superior a 3 dm^3, según se especifica en el Reglamento de Aparatos a Presión, ITC-MIE AP5 (aunque no es obligatorio según la Norma Europea EN-3, parte 3 de 1994). El dispositivo de seguridad más fiable es el disco de rotura, si bien éste inutiliza totalmente el extintor en caso de accionamiento.

Es recomendable la selección de extintores de presión no permanente cuando se dispone de personal cualificado y de confianza para efectuar la adquisición, revisión, mantenimiento y utilización de los aparatos. En caso contrario, se recomiendan los aparatos de presión permanente.

— *Presentación de los extintores*

De acuerdo con lo dispuesto en la Instrucción Técnica Complementaria MIE-AP5 del Reglamento de Aparatos a Presión, todo tipo de extintor debe de estar provisto de los siguientes elementos de identificación e información:

- *Placa de timbre:* Con excepción de los extintores de anhídrido carbónico que llevan las inscripciones reglamentarias para botellas de gases, los extintores deben ir provistos de una placa de timbre conteniendo el número de registro, facilitado por el Ministerio de Industria, la presión de servicio y las fechas de las pruebas hidráulicas periódicas obligatorias.
- *Etiqueta de características:* Debe contener una serie de datos que permita reconocer y utilizar el extintor (Figura 19) y que a continuación relacionamos:

  — Naturaleza y cantidad de los productos contenidos.
  — Modo de empleo.
  — Temperatura máxima y mínima del servicio.
  — Nombre o razón social del fabricante.
  — Eficacia del extintor de acuerdo con la Norma UNE 23.110.
  — Fecha y contraseña correspondiente al registro de tipo.
  — Peligros de empleo.

— *Localización*

- *Distancias*: Se dispondrán de suficiente número de extintores para que el recorrido real en cada planta desde cualquier origen de evacuación hasta un extintor (eficacia 21A-113B) no supere los 15 m. En grandes recintos que no exista paramentos o soportes sobre los cuales se puedan fijar los extintores conforme a la distancia requerida, éstos se dispondrán a razón de uno cada 300m^2 de superficie construida y convenientemente distribuidos. De igual modo, en los locales o las zonas de riesgo especial, además de colocar extintores de una mayor eficacia (21A o 55B), se respetará la distancia de 15 m si estos son de riesgo medio o bajo, y 10 m. en locales o zonas de riesgo alto, cuya superficie construida sea menor que 100m^2. Cuando estos últimos locales tengan una superficie construida mayor que 100m^2 los 10 m de longitud se cumplirán con respecto a algún extintor instalado en el interior del local o de la zona.
- *Ubicación*: El extintor ha de estar preferentemente en las cercanías del acceso al local protegido, bien visible y sin quedar expuestos a daños.

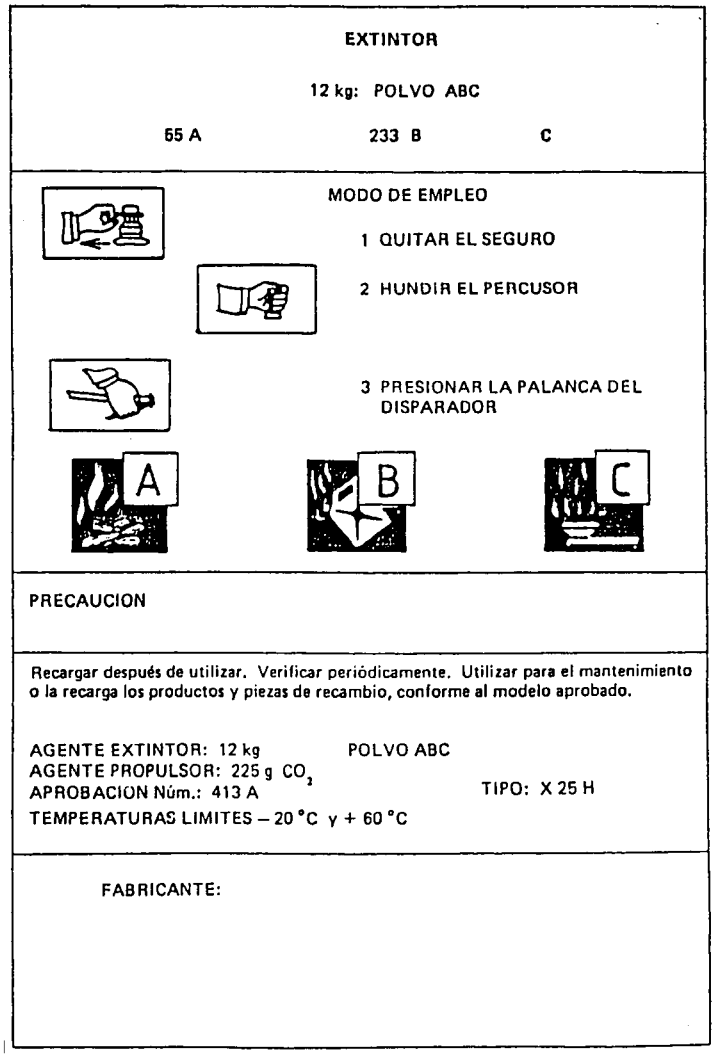


Figura 19. Etiqueta de características de los extintores.

Como criterio general y a efectos de facilitar su accesibilidad, la parte superior de los extintores ha de estar a una altura máxima de 1,7 m. En los locales o las zonas de riesgo especial se instalara un extintor en el exterior del local o de la zona y próximo a la puerta de acceso.

- *Señalización*: Cada extintor debe estar convenientemente señalizado, de forma que su posición sea visible y su tipo reconocible. Deberán estar pintados externamente con el color rojo (R.D. 485/1997, Señalización de Seguridad en los Lugares de Trabajo). Atendiendo a los criterios del Código Técnico de Edificación (CTE) aprobado por el RD 314/2006 de 17 de marzo, y sus modificaciones posteriores, aun no siendo aplicable a los establecimientos industriales, el tamaño de la señales deberán cumplir la UNE 23033-1 cuyo tamaño sea:

  a) 210 × 210 mm cuando la distancia de observación de la señal no exceda de 15 m;
  b) 420 × 420 mm cuando la distancia de observación esté comprendida entre 10 y 20 m;
  c) 594 × 594 mm cuando la distancia de observación esté comprendida entre 20 y 30 m.

Las señales deben ser visibles incluso en caso de fallo en el suministro del alumbrado normal. Cuñado sean fotoluminiscentes, deben cumplir lo establecido en las normas UNE 23035-1:2003, UNE 23055-2:2003 y UNE 23035-4:2003 y su mantenimiento se realizará conforme a lo establecido en la norma UNE 23035-3:2003.

— *Utilización de los extintores*

Para conseguir una buena utilización del extintor, el usuario deberá conocer, de forma completa y lo más práctica posible, las instrucciones de funcionamiento, los peligros de utilización y las reglas concretas de uso para cada tipo de aparato. Todo ello deberá venir indicado en el extintor.

- *Instrucciones:* El usuario deberá conocer perfectamente las instrucciones prácticas de funcionamiento de los aparatos.
- *Peligros:* El usuario deberá tener en cuenta el peligro que presenta un extintor durante y después de su uso. Cabe destacar la toxicidad inicial y la de los productos de descomposición del agente, las quemaduras y daños en la piel, las reacciones químicas peligrosas, el funcionamiento de los mecanismos de seguridad y las descargas eléctricas.

- *Reglas prácticas:*

  — Si el extintor posee manguera, se debe asir ésta antes de iniciar la descarga del aparato, para evitar la proyección incontrolada del agente.
  — Las válvulas de alivio o discos de ruptura de los extintores deben colocarse de forma que la proyección eventual no se dirija hacia el usuario.
  — Antes de iniciar el ataque contra el fuego, es conveniente realizar una pequeña descarga, con el fin de comprobar el funcionamiento correcto del aparato.
  — Los extintores deben asirse exclusivamente por las zonas destinadas a tal efecto. En los extintores de CO_2 no debe tocarse el difusor, debido al descenso de temperatura originado por la descarga del gas. Por la misma causa, no debe dirigirse la proyección contra las personas.

— *Repuestos y mantenimiento*

- Es recomendable disponer de aparatos de repuesto de las mismas características que los instalados. Su proporción debe ser de uno por cada veinte del mismo tipo, con un mínimo de uno por tipo.
- Es obligatoria la contratación del servicio de mantenimiento de los extintores.
- La revisión y mantenimiento de estos aparatos se llevará a cabo conforme a la reglamentación vigente por parte de un organismo de control facultado.

— *Reglamentación aplicable*

Los extintores, aparte de exigencias particulares, sectoriales (transporte) y de ámbito local, están regulados en España, en la actualidad, por las siguientes disposiciones administrativas de ámbito estatal:

- Reglamento de Aparatos a Presión. Instrucción Técnica Complementaria MIE AP5 del Ministerio de Industria, que regula aspectos constructivos y de seguridad.
- Norma Básica de la Edificación. Condiciones de Protección contra Incendios (NBE-CPI 96), que regula su implantación en edificios.

Tabla 8. Inspección de extintores

Agente extintor / Funcionamiento		Presión permanente	Presión no permanente
AGUA	A chorro	• Manómetro. • Peso. • Señales de corrosión.	• Válvula de seguridad (limpieza).
	Pulverizada (con o sin aditivos)	• Limpieza de las boquillas (orificios de pulverización). • Manómetros. • Peso. • Señales de corrosión.	• Limpieza de boquillas. • Válvula de seguridad (limpieza). • Control de peso. • Señales de corrosión.
Espuma		• Estado de la lanza. • Manómetro. • Peso. • Señales de corrosión.	• Limpieza de la lanza. • Válvula de seguridad (limpieza).
CO2		• Estado del precinto. • Señales de corrosión. • Ajuste en la lanza y manguera. • Posibles roturas en lanza. • NUNCA lanzas metálicas.	
Polvo		• Manómetro. • Precinto. • Peso.	• Existencia de la válvula de seguridad.
Gas		• Manómetro (evitar exceso de presión). • Corrosión. • Peso.	

- Reglamento de Instalaciones de Protección contra Incendios, que regula su instalación, requisitos generales y mantenimiento (R.D. 1492/1993).
- Reglamento de Seguridad Contra Incendios en establecimientos industriales (R.D. 2267/2004).

8.2.4. Redes contra incendios e instalaciones fijas

Dado que los extintores portátiles tienen una capacidad limitada de extinción, ya que sólo sirven para el control de conatos de incendios, para incendios en desarrollo se requieren sistemas de mayor capacidad de extinción y rapidez de respuesta.

En función de la sustancia extintora utilizada se pueden citar los siguientes:

- Sistemas de agua.
- Sistemas de espuma.
- Sistemas de polvo químico.
- Sistemas de anhídrido carbónico.
- Sistemas de gas (agentes limpios).

Dichos sistemas pueden ser de accionamiento manual o automático, y pueden ser aplicados mediante equipos fijos o móviles, actuando sobre una zona localizada o por inundación total.

8.2.4.1. Sistemas de agua

Es el sistema más extendido, debido a la abundancia y economía del agente extintor con respecto a los demás tipos. En función de su forma de aplicación podemos distinguir los siguientes:

— *Bocas de incendios equipadas (BIE)*

Es un medio de primera intervención formado por una toma de agua ubicada en un punto fijo de una red de incendios y que consta de los siguientes elementos (ver Figura 20):

- Armario.
- Soporte (devanadera o plegadera).
- Válvula (manual o automática).
- Manómetro.
- Racores.
- Manguera.
- Lanza-boquilla.

Una BIE ha de considerarse, dentro de un sistema de mangueras, como una toma de agua en un punto fijo de una red de incendios, provista de un conjunto de elementos necesarios para transportar y proyectar agua desde el mismo hasta el lugar del fuego, incluyendo los elementos de soporte, medición de presión y protección del conjunto. La protección proporcionada por las bocas de incendio equipadas puede considerarse desde los siguientes puntos de vista:

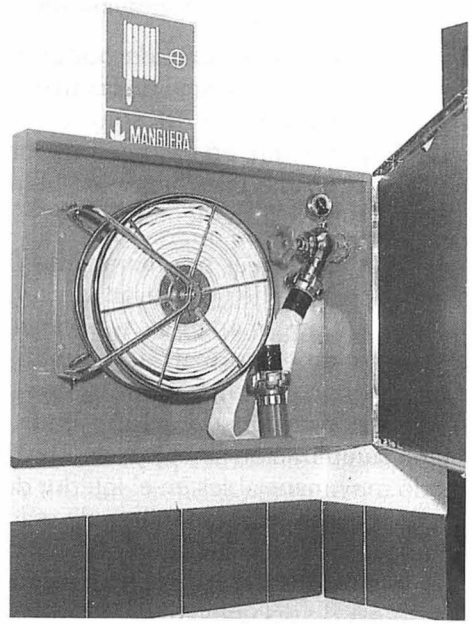


Figura 20. Puesto de incendio (BIE de 45 mm).

- Medio de primera intervención.
- Medio fundamental de extinción interior.

Las BIE son sistemas de mangueras que deben permitir una cierta rapidez de intervención, por ello:

- Normalmente se instalarán en el interior del espacio afectado por el riesgo a proteger.
- Su distribución será tal que exista cobertura de BIE para todos los puntos del riesgo a proteger.
- Sus características permitirán una fácil utilización. Entre estas características cabe destacar la facilidad de extensión y la obtención de caudal y presión de funcionamiento adecuados.

a) Clasificación:

La clasificación de las BIE viene definida por el tamaño de los racores normalizados y el diámetro nominal de las mangueras: 25, 45, 70 y 100 mm. De estos cuatro valores, en BIE sólo se utilizan los de 25 y 45 mm. Las bocas de 70 y 100 mm, en caso de encontrarse en interiores, equipadas o no, serán consideradas hidrantes interiores. Por lo tanto, la clasificación de las BIE es la siguiente:

- *BIE de 25 mm*: Están formadas por mangueras de tipo semirrígido y su soporte es siempre de tipo devanadera. Las uniones entre manguera y lanza y entre manguera y devanadera pueden ser permanentes o con racor normalizado contra incendio. Estas uniones deben soportar, sin rotura ni fugas, una presión de 20 bar (o 1,5 veces la presión máxima previsible en la red). Las BIE de 25 mm permiten su utilización sin necesidad de desplegarla en su totalidad, siendo muy manejables en el interior de edificios. Al ser bajos los caudales conducidos, la fuerza de reacción en la lanza es baja, por lo que puede ser utilizada por una persona.
- *BIE de 45 mm*: Están constituidas por mangueras de tipo flexible plana, pudiendo ser de tipo devanadera o de plegadera. Es necesaria la extensión total de la manguera para su utilización, dándose la posibilidad de colapso en la misma, por lo que dificultaría su extensión. Además, al ser altos los caudales conducidos, la fuerza de reacción en la lanza es alta, lo que hace que para su manejo sea recomendable la colaboración de dos personas.

De estas características se desprende la necesidad de formación del personal que vaya a utilizar este tipo de BIE.

b) Consideraciones generales:

La presión dinámica en punta de lanza en cualquier manguera debe ser al menos, de 3,5 bar; siendo los caudales mínimos proyectados por las lanzas, en la posición de máximo caudal, para dicha presión de:

- Lanza de 25 mm > 75 1/min.
- Lanza de 45 mm > 200 1/min.

Las BIE empleadas serán, preferiblemente, de 25 mm. En caso de existir cargas caloríficas elevadas que puedan requerir caudales o alcances superiores, se podrán utilizar las BIE de 45 mm.

c) Distribución e instalación:

Los criterios fundamentales de distribución e instalación serán los siguientes:

- La distancia desde cualquier punto de riesgo y la BIE más próxima no deberá exceder de la longitud de la manguera más de 5 metros (y en ningún caso será mayor de 25 metros).
- Las BIE se ubicarán, preferentemente, dentro de los locales protegidos, salvo cuando éstos estén subdivididos, en cuyo caso podrán localizarse en las zonas comunes.
- Las BIE se situarán en los paramentos o pilares de los locales. En el caso de BIE de 45 mm, el centro estará a una altura inferior a 1,5 m y superior a 1m en relación con el suelo. Las de 25 mm se podrán colocar en cualquier altura, siempre que la boquilla y la válvula de apertura manual, si existe, se encuentren en el intervalo comprendido entre 0,5 y 1,5 m de altura desde el suelo.
- No debe existir obstáculo alguno que dificulte o impida el acceso o la utilización de una BIE.
- Las BIE deben estar señalizadas convenientemente mediante señales normalizadas, tanto en su emplazamiento físico como en los planos correspondientes.
- El diámetro nominal mínimo de las tuberías de alimentación depende de la cantidad y tipo de BIE al que alimentan (Tabla 9).

Tabla 9. Bocas de incendio equipadas

TIPO DE BIE	25 mm		45 mm	
NÚMERO	Una	Varias	Una	Varias
DN TUBERÍA (mm)	25	32	40	50

- El abastecimiento de agua de las BIE será común a los demás sistemas de protección contra incendios que empleen agua. Se debe garantizar que las BIE disponen de los caudales y presiones requeridos, así como que la presión estática no supere los 12 bar en ningún caso.
- El abastecimiento de agua debe garantizar un alcance efectivo mayor de 5 metros en la(s) BIE más desfavorable(s) cuando se está descargando por el sistema el caudal de agua requerido.

También se garantizará el funcionamiento simultáneo de las dos BIE hidráulicamente más desfavorables con una presión residual en la boquilla superior a 2 bar.

— *Hidrantes*

A diferencia de las BIE, los hidrantes son tomas de agua no equipadas que permiten la conexión y abastecimiento a las mangueras y el abastecimiento de agua de los vehículos del servicio público de extinción. El manejo de los hidrantes, el acoplamiento y despliegue de su equipo de mangueras y el manejo correcto de éstas con los caudales necesarios, requiere un adiestramiento adecuado.

Básicamente constan de los siguientes elementos:

- Cuerpo del hidrante.
- Bocas de conexión.
- Válvulas.

Los hidrantes tienen dos funciones:

- Servir de conexión y abastecimiento a las mangueras necesarias para la lucha contra incendios que tengan lugar en el propio abastecimiento y la protección del propio establecimiento frente a incendios que tengan lugar en establecimientos vecinos.
- Abastecer de agua a los vehículos autobomba del servicio público de extinción y, en ocasiones, el abastecimiento de agua a la red general de incendios por parte de aquéllos.

Estas funciones se materializan en los siguientes cometidos de las mangueras:

- El control del incendio.
- La extinción del mismo.
- La refrigeración de los bienes próximos a aquéllos en los que se está produciendo el incendio.

a) Clasificación de los hidrantes:

- *Hidrantes de boca:* Consiste en una boca de salida de una tubería de abastecimiento, provista de racor de conexión para mangueras.
- *Hidrantes de columna:* Está formado por una tubería columna, conectada a una red subterránea que sobresale del suelo y en las que están situadas las bocas de salida (Figura 21).

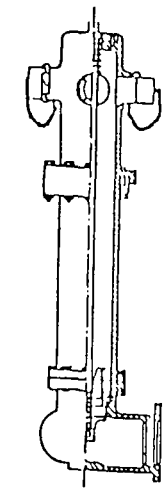


Figura 21. Hidrante de columna seca.

- *Hidrantes de arqueta:* Es una boca de salida de un red subterránea, ubicada en el interior de una arqueta a ras de suelo (Figura 22).

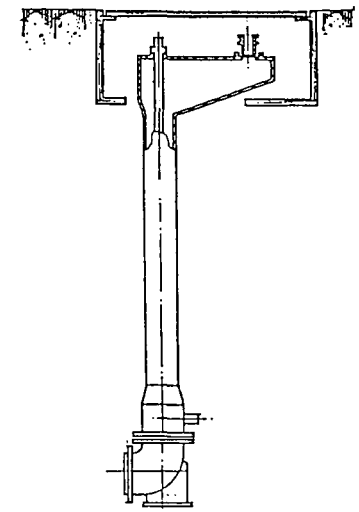


Figura 22. Hidrante de arqueta seca.

A su vez, estos hidrantes se pueden subdividir en:

- *Secos*: Permitiendo la entrada de agua en el cuerpo del hidrante al abrir la válvula principal del mismo, evitando así la congelación del agua en el interior al registrarse bajas temperaturas. Finalizando el uso del mismo y la cerrar la válvula principal, se activa un mecanismo de drenaje del hidrante, evitando el riesgo de congelación en el cuerpo del hidrante del agua remanente.
- *Húmedos*: El cuerpo del hidrante está permanentemente lleno de agua. Son aceptables para zonas en las que la temperatura ambiente se mantiene por encima de los 4 ºC.

b) Consideraciones generales

Los hidrantes suelen estar provistos de dos o tres bocas de conexión, siendo los diámetros habitualmente utilizados de 100, 70 y 45 mm.

La equipación de los hidrantes privados debe estar formada por los siguientes elementos:

- Llave de maniobra.
- Mangueras de 70 y 45 mm de diámetro.
- Conexiones de bifurcación y reducción (70/45 mm).
- Boquillas y lanzas de triple efecto (45 mm).

Los equipos han de estar alojados en armarios metálicos próximos al hidrante.

El caudal previsto para los hidrantes oscila entre 500 y 1.000 1/minuto, en función de lo especificado en el RD 2867/2009, Anexo 3, punto 7.3.

Tabla 10. Longitudes de mangueras

Longitudes de manguera normalizadas en España (Norma UNE 23 091)	
Diámetro (mm)	Longitud (m)
45	15-20-40
70	20-40

— *Columna seca*

Es una instalación para uso del Servicio Público de Extinción y está constituído por una conducción vacía que discurre a lo largo de la vertical del edificio (generalmente por la caja de escalera), provista de bocas de conexión en pisos y de toma de alimentación de la fachada para conexión de los equipos de los servicios públicos de extinción, que es el que proporciona a la conducción la presión y caudal de agua necesarios (Figura 23).

La toma de alimentación está provista de una conexión siamesa con llaves incorporadas y racores tipo Barcelona de 70 mm de diámetro y con tapas sujetas con cadenas.

Las bocas de salida en pisos están provistas de conexión siamesa con llaves incorporadas y racores tipo Barcelona de 45 mm de diámetro con tapas sujetas con cadenas.

La conducción ha de tener un diámetro nominal de 80 mm, cualquiera que sea el número de plantas del edificio.

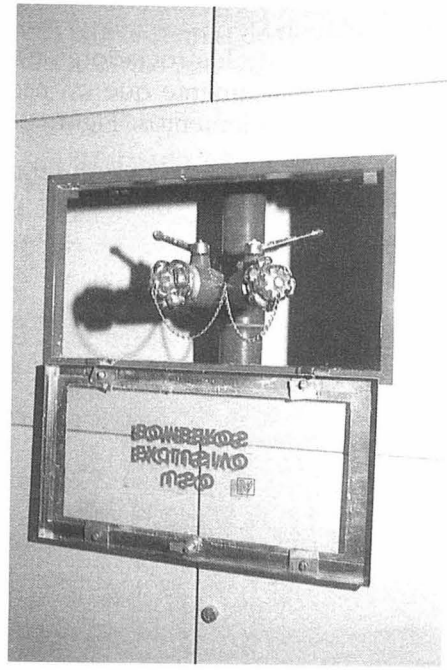


Figura 23. Columna seca. Detalle de salida de piso.

— *Rociadores automáticos (sprinklers)*

La instalación de rociadores automáticos es le sistema ideal por excelencia, ya que detecta el fuego, dispara la alarma y lo extingue. Es el sistema más fiable, teniendo un alto porcentaje de efectividad. La rápida descarga de agua que se produce cuando se activa el sistema protege eficazmente contra los efectos del fuego tanto a los elementos constructivos como al resto (no incendiado) de los materiales contenidos en el local incendiado.

Un rociador automático es un elemento destinado a proyectar agua, dotado de un componente mecánico, termosensible, que actúa automáticamente, a una temperatura predeterminada, permitiendo que el agua que fluye a través de él se distribuya hacia el exterior uniformemente, según unos criterios preestablecidos. Un sistema de rociadores automáticos está formado por una serie de conducciones ramificadas y conectadas a una fuente de abastecimiento, a las que se le acoplan las cabezas rociadoras. La apertura de las cabezas rociadoras se efectúa a través de un dispositivo que se activa por acción de la temperatura generada en el incendio, permitiendo la proyección de agua en la zona donde se ha producido el fuego.

Dado que la mayor parte de los rociadores utilizan agua como agente extintor, se explica básicamente que un rociador automático está formado por los siguientes elementos (Figura 24):

- Cuerpo del rociador.
- Orificio de salida de agua.
- Obturador de salida de agua.
- Elemento termosensible.
- Deflector.

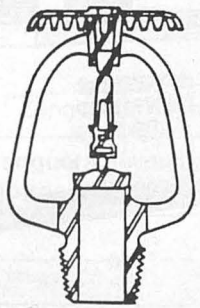


Figura 24. Rociador automático.

En general, una instalación de rociadores automáticos de agua está compuesta por:

- Cabezas rociadoras (*sprinklers*).
- Ramales (*branch lines*).
- Colectores (*cross mains*).
- Tuberías de distribución (*feed mains*).
- Tubería vertical o ascendente (*system riser*).
- Válvula de alarma (válvula de control y alarma).
- Válvula de corte (a veces, válvula de control)
- Válvula de prueba (válvula de ensayo).

a) Clasificación de los rociadores automáticos

Los rociadores automáticos se ordenan en distintos grupos en función de diversas variables (Figuras 25 y 26):

- *Según el sistema:*

  — Rociadores para sistemas de tubería húmeda.
  — Rociadores para sistemas de tubería seca.
  — Rociadores abiertos para sistemas de inundación total.

- *Según la posición:*

  — Montantes (*upright*).
  — Colgantes (*pendent*).
  — Horizontales.



Figura 25. Rociador automático empotrado colgante.

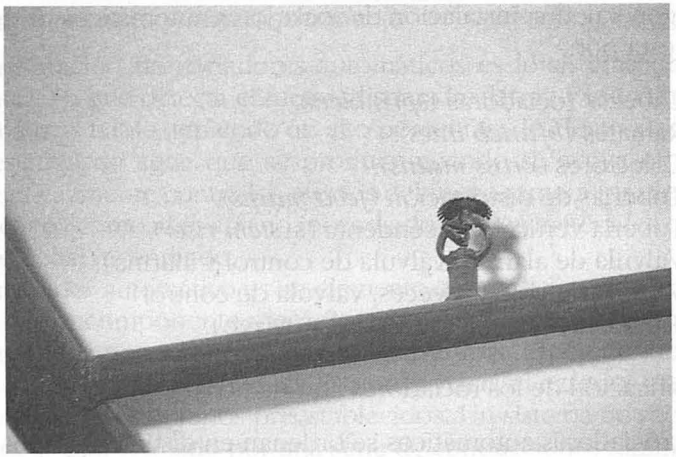


Figura 26. Rociador automático montante.

- *Según el diámetro nominal de la cabeza:*
  - — Pequeño orificio (3/8").
  - — Estándar (1/2").
  - — Gran orificio (17/32").
  - — Gota gorda (0,64").

- *Según el tipo de deflector y descarga:*
  - — Convencional (old type).
  - — Pulverizador (standard).
  - — Gota gorda (large drop).
  - — Pared (sidewall).

- *Según el tipo de respuesta:*
  - — Rociadores de respuesta ordinaria.
  - — Rociadores de respuesta rápida.
  - — Rociadores residenciales.
  - — Rociadores de supresión temprana y respuesta rápida (*Early Supresion-Fast Response*, ESFR).
  - — Rociadores de respuesta rápida y supresión (*Quick Response*, QRES).
  - — Rociadores de gota gorda y respuesta rápida.

- *Según elemento termosensible:*
  - — Elemento fusible.
  - — Ampolla de vidrio.
  - — Elemento bimetálico.

- *Según la temperatura de tarado:*
  - — Las temperaturas habituales de tarado oscilan entre 57 y 343 °C.

- *Otros tipos:*
  - — Cabeza rociadora con Venturi para espuma de baja expansión.
  - — Disimulado.
  - — Cancelado.
  - — De fusible visto.
  - — De niveles intermedios.
  - — Colgante seco.

b) Tipos de sistemas de rociadores

- Sistema húmedos (tubería húmeda).
- Sistemas secos (tubería seca).
- Sistemas de acción previa (preacción).
- Sistemas de inundación (diluvio).
- Sistemas de ciclo de fuego (fire cycle).

— *Consideraciones generales*

La instalación estará diseñada en función de la peligrosidad de la actividad o del contenido de los locales a proteger, existiendo una clasificación en función del riesgo que viene detallada en el Anexo 3, punto II del Real Decreto 2267/2004.

Esta clasificación determina la obligatoriedad de instalar rociadores en función del tipo de edificio y el riesgo de la actividad, estableciendo la superficie construida a partir de la cual es obligatorio la instalación de este sistema.

En este sistema es necesario la sustitución de la cabeza rociadora una vez extinguido el fuego.

— *Abastecimiento*

Para que todos los sistemas antes descritos sean operativos, es preciso que estén dotados de unas fuentes de suministros que garanticen

la aportación de agua durante el proceso de extinción y a la presión necesaria.

El abastecimiento estará formado por una o varias fuentes de alimentación de agua, uno o varios sistemas de impulsión y una red general de incendios.

Los distintos tipos de fuentes de alimentación son los siguientes:

- Redes públicas de distribución.
- Fuentes inagotables:
  - — Naturales (ríos, lagos, mares).
  - — Artificiales (canales, embalses, pozos).
- Depósitos (aspiración, elevados, de presión).

Los distintos sistemas de impulsión empleados son:

- Presión propia (red uso público).
- Presión de altura (depósito o fuentes inagotables elevadas).
- Equipos de bombeo (Figura 27).
- Presurización neumática (depósitos de presión).

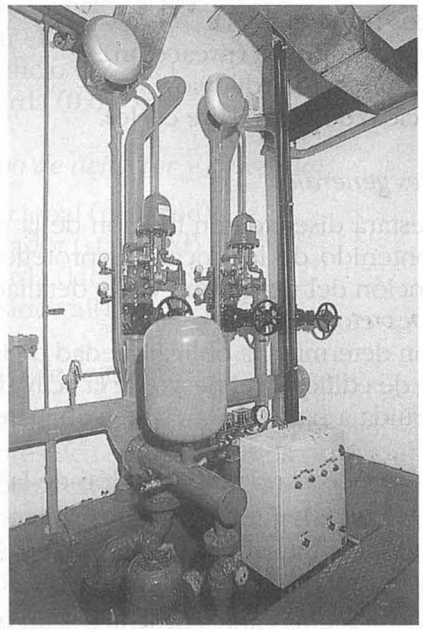


Figura 27. Equipo de bombeo para sistemas de rociadores.

La selección de abastecimiento de agua dependerá de diversos factores:

- Clasificación del riesgo.
- Riesgo existente para las personas.
- Sistemas de protección contra incendios instalados.
- Económicos.

8.2.4.2. Sistemas de espumas

Su aplicación principal es la de extinguir fuegos de grandes dimensiones en los que estén presentes líquidos inflamables, aunque tienen también otras aplicaciones como las de fuegos de líquidos de menor densidad que el agua, fuegos superficiales de combustibles sólidos, contención de derrames tóxicos, etc. Su actuación se basa en la creación de una capa (de espuma) sobre la superficie horizontal libre del líquido, con lo que se consigue:

- Separar combustible y comburente (aire).
- Impedir o reducir la liberación de vapores inflamables.
- Separar las llamas de la superficie del combustible.
- Enfriar el combustible y superficies adyacentes.

Pueden ser utilizados por medios similares a los de agua (mangueras, lanzas), intercalando un proporcionador que absorbe el espumógeno de un recipiente por efecto Venturi (Figura 28).

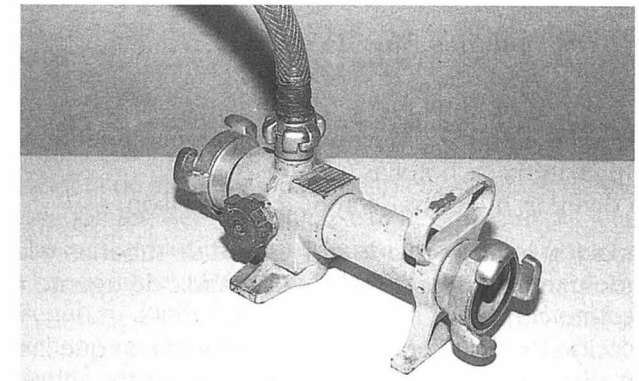


Figura 28. Porporcionador de espumógeno. Tipo Venturi.

Tabla 11. Situaciones de riesgo

Tipo de riesgo	Situación del incendio	Método de aplicación de la espuma
Líquidos apolares (Hidrocarburos: gasolinas, aceites, grasas)	TANQUES	Vertederas superiores Monitores Inyección bajo superficie
	DERRAMES	Lanzas de espuma Lanzas de agua-espuma Boquillas Monitores
Líquidos polares (Alcoholes, cetonas, etc.)	TANQUES	Vertederas superiores
	DERRAMES	Lanzas de espuma (aplic. suave)
Gases licuados	DERRAMES	Generadores de alta expansión
Sólidos	ALMACENAMIENTO A LA INTEMPERIE	Monitores Lanzas de espuma Lanzas de agua-espuma
	ALMACENAMIENTO EN INTERIOR	Boquillas Generadores de alta expansión

En cambio, la espuma no resulta eficaz en fuegos de gases, fuegos de líquidos, en las zonas donde la superficie de combustión no es horizontal y no debe usarse en fuegos de o en presencia de materiales que reaccionan con el agua, por ejemplo, los metales alcalinos.

8.2.4.3. Otros sistemas fijos de extinción

Están formados por una fuente de alimentación de agente extintor (polvo, anhídrido carbónico o halones) que generalmente está constituida por una batería de botellas (Figura 29).

Existen diversos métodos de aplicación que son:

- Inundación total: Formado por un red de tuberías y lanzas fijas que descargan un cantidad determinada de agente dentro de un recinto cerrado.
- Aplicación local: Difiere del anterior sistema en que las boquillas están dispuestas para descargar directamente sobre el punto donde se prevé que puede producirse un incendio.

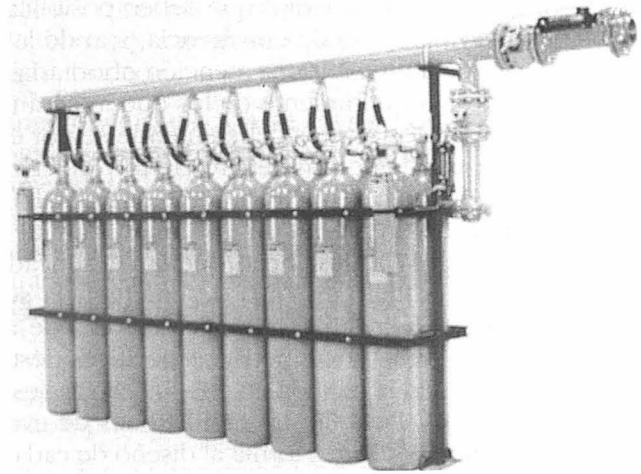


Figura 29. Sistema fijo de gas.

- Mangueras manuales: Formado por puestos de mangueras que están conectadas al depósito de abastecimiento, directamente o por medio de tuberías intermedias.

El accionamiento de estos sistemas puede ser automático, a través de la señal emitida por un detector de incendios, o manual.

Los sistemas de inundación total, generalmente están dotados de un sistema de alarma que advierte al personal antes de producirse la descarga del agente extintor.

8.3. EVACUACIÓN

Los criterios de referencia en relación con la evacuación de edificios están descritos en diferentes normas técnico legales, y en el caso de este manual, que será de aplicación para establecimiento donde se desarrolle actividades laborales, debe consultarse el Reglamento de Seguridad contra Incendios en Establecimientos Industriales, y en concreto el Apéndice 2 que determina los requisitos constructivos de los establecimientos industriales según su configuración, ubicación y nivel de riesgos intrínseco.

No obstante se comentan a continuación los aspectos básicos a tener en cuenta sobre las cuestiones relativas a la evacuación de edificios e instalaciones en caso de incendio.

En todo edificio habitable, los medios que deben posibilitar la evacuación de sus ocupantes en caso de emergencia, son de la máxima importancia y, por ello, deben recibir una atención prioritaria respecto a cualquier otro aspecto o requerimiento de los que integran la seguridad contra incendios. A estos efectos debe entenderse por emergencia, no sólo la situación creada por un peligro cierto y objetivo (como pueda ser un siniestro: incendio, explosión, fallo estructural, etc.) sino las situaciones derivadas de un riesgo, de una amenaza y de los procesos subjetivos que en tales circunstancias puedan desencadenarse.

La evacuación de un edificio en caso de emergencia se lleva a cabo utilizando (salvo ciertas restricciones) los medios de acceso y circulación habituales, así como otros medios específicos destinados a situaciones de emergencia, en la medida en que los habituales resulten inadecuados o insuficientes. Por ello, las condiciones de evacuación afectan y condicionan en muy diversa forma al diseño de cada edificio, en función de su configuración general, distribución funcional, grado y tipo de ocupación, actividades para las cuales está diseñado, etc. En muchos casos, el correcto diseño de los medios habituales de acceso y circulación será capaz de garantizar la evacuación bajo situaciones de emergencia, con la eventual introducción de alguna modificación de escasa importancia, pero en otras ocasiones éste puede llegar a ser uno de los condicionantes funcionales más importantes y prioritarios, llegando incluso a imposibilitar el diseño de determinados recintos, locales o edificios para ser destinados a ciertos usos o actividades.

Las condiciones de evacuación de todo edificio deben permitir el desplazamiento de todos sus ocupantes hasta un lugar suficientemente seguro, en un tiempo adecuado en función del riesgo previsible y con las necesarias garantías de seguridad. Como lugar suficientemente seguro se debe considerar, en general, el espacio abierto exterior público o privado, capaz de garantizar el libre desplazamiento de las personas y la recepción de ayudas exteriores. Esto lleva a la necesidad de analizar los siguientes aspectos:

- Capacidad de los espacios abiertos próximos a las salidas del edificio o local, para garantizar la rápida dispersión de los ocupantes y evitar el colapso de la evacuación en el interior del edificio.
- Adecuación de los espacios exteriores y vías de circulación para garantizar un grado suficiente de aproximación y maniobra de los medios y vehículos de socorro e intervención.

La necesidad de que la evacuación pueda tener lugar en un tiempo adecuado, conduce a analizar aquellos factores que puedan posibilitar tal requisito, es decir:

- Número y disposición de los medios de evacuación.
- Longitud de los recorridos.
- Dimensión de los medios de evacuación, de forma que éstos tengan la anchura adecuada para garantizar el necesario flujo en el desplazamiento de las personas o bien, superficie suficiente para albergar a los ocupantes en condiciones de riesgo reducido cuando se trate de un medio de evacuación protegido.

Además, la necesidad de que la evacuación se realice en condiciones de seguridad para los ocupantes, exige tener en cuenta una serie de requisitos, principalmente:

- Protección de determinados medios de evacuación frente a la acción del fuego, el humo y los gases.
- Adecuación del diseño constructivo y funcional a las necesidades impuestas por la utilización bajo situaciones de emergencia.
- Señalización que permita identificar, tanto la situación de las salidas previstas como los recorridos hasta ellas.
- Iluminación suficiente, incluso en caso de fallo de abastecimiento de energía eléctrica.

A la hora de diseñar los medios de evacuación no cabe suponer que los ocupantes procedan a desalojar el edificio desde el momento en que se origina la situación de emergencia, ya que desde el inicio del siniestro hasta el comienzo de la evacuación propiamente dicha, transcurren en términos reales, las siguiente etapas:

- Percepción o detección del siniestro.
- Toma de conciencia de dicha percepción o detección.
- Toma de conciencia del riesgo implicado.
- Evaluación del riesgo y de la posible respuesta: intento de control del siniestro o evacuación.
- Preparación para la evacuación.

La duración de cada una de las etapas anteriores puede ser muy variable, en función del lugar donde se inicia el siniestro, del tipo de ocupante y de actividad, de los medios de detección y alarma existentes en el edificio y, muy especialmente, de la eventual implantación de planes de seguridad que contemplen la formación y entrenamien-

to de los ocupantes, la definición de hipótesis básicas de riesgo, la difusión de esquemas operativos de actuación en situaciones de emergencia, etc.

En muchos casos, el tiempo empleado en los procesos previos antes citados puede ser, en su conjunto, superior al previsto para la evacuación propiamente dicha. Este hecho acorta sustancialmente los tiempos disponibles para desalojar cada zona o el conjunto del edificio, con la consiguiente penalización sobre los medios de evacuación: mayores anchuras necesarias, menores recorridos admisibles, etc.

Por otra parte, la hipótesis de evacuación total y simultánea en edificios o locales de alta ocupación, tiene como consecuencia la necesidad de ampliar la superficie útil destinada a pasillos y escaleras. También en este aspecto, la existencia de planes e seguridad que establezcan pautas y estrategias de evacuación parcial, secuencial o selectiva, permitirían diseñar los medios de evacuación desde dichas hipótesis, disminuyendo con ello las penalizaciones antes citadas.

A la vista de lo anterior, resultan evidentes las ventajas de poder contar, en la fase de diseño de las vías de evacuación (es decir, en la etapa de proyecto) con garantías de que determinadas hipótesis de evacuación van a encontrar un soporte adecuado en la gestión de los riesgos y de la seguridad durante la vida útil del edificio.

8.4. Instalación y mantenimiento de los aparatos, equipos y sistemas de protección contra incendios

Es en el RD 1942/1993 (modificado por la Orden de 16 de abril de 1998) donde se establecen y definen las condiciones que deben cumplir los aparatos, equipos y sistemas, empleados en la protección contra incendios así como su instalación y mantenimiento.

La instalación de aparatos, equipos, sistemas y sus componentes, así como el mantenimiento y reparación de los mismos empleados en la protección contra incendios deben ser realizados por personal debidamente autorizado. La Comunidad Autónoma correspondiente llevará un Libro Registro en el que figurarán los instaladores y mantenedores autorizados.

Una vez concluida la instalación, el instalador facilitará al comprador o usuario de la misma la documentación técnica e instrucciones de mantenimiento peculiares de la instalación, necesarias para su buen uso y conservación.

Tabla 12. Programa de mantenimiento de los medios materiales de lucha contra incendios

Equipo o sistema	Cada tres meses (1)	Cada seis meses (1)	Cada año (2)	Cada cinco años (2)
Sistemas automáticos de detección y alarma de incendios.	• Comprobación de funcionamiento de las instalaciones (con cada fuente de suministro). • Sustitución de pilotos, fusibles, etc., defectuosos. • Mantenimiento de acumuladores (limpieza de bornas, reposición de agua destilada, etc.).		• Verificación integral de la instalación. • Limpieza del equipo de centrales y accesorios. • Verificación de uniones roscadas o soldadas. • Limpieza y reglaje de relés. • Regulación de tensiones e intensidades. • Verificación de los equipos de transmisión de alarma. • Prueba final de la instalación con cada fuente de suministro eléctrico.	
Sistema manual de alarma de incendios.	• Comprobación de funcionamiento de la instalación (con cada fuente de suministro). • Mantenimiento de acumuladores (limpieza de bornas, reposición de agua destilada, etc.).		• Verificación integral de la instalación. • Limpieza de sus componentes. • Verificación de uniones roscadas o soldadas. • Prueba final de la instalación con cada fuente de suministro eléctrico.	
Extintores de incendio	• Comprobación de la accesibilidad, señalización, buen estado aparente de conservación. • Inspección ocular de seguros, precintos, inscripciones, etc.		• Comprobación del peso y presión en su caso. • En el caso de extintores de polvo con botellín de gas de impulsión se comprobará el buen estado del agente extintor y el peso y aspecto externo del botellín.	• A partir de la fecha de timbrado del extintor (y por tres veces) se procederá al retimbrado del mismo de acuerdo con la ITC-MIE-AP5 del Reglamento de aparatos a presión sobre extintores de incendios.

(Continúa)

Tabla 12. Programa de mantenimiento de los medios materiales de lucha contra incendios *(Continuación)*

Equipo o sistema	Cada tres meses (1)	Cada seis meses (1)	Cada año (2)	Cada cinco años (2)
	• Comprobación del peso y presión en su caso. • Inspección ocular del estado externo de las partes mecánicas (boquilla, válvula, manguera, etc.).		• Inspección ocular del estado de la manguera, boquilla o lanza, válvulas y partes mecánicas (*). • En el caso de apertura del extintor, la empresa mantenedora situará en el exterior del mismo un sistema indicativo que acredite que se ha realizado la revisión interior del aparato (**).	• Rechazo: Se rechazarán aquellos extintores que, a juicio de la empresa mantenedora presenten defectos que pongan en duda el correcto funcionamiento y la seguridad del extintor o bien aquellos para los que no existan piezas originales que garanticen el mantenimiento de las condiciones de fabricación.
Sistema de abastecimiento de agua contra incendios	• Verificación por inspección de todos los elementos, depósitos, válvulas, mandos, alarmas motobombas, accesorios, señales, etc. • Comprobación de funcionamiento automático y manual de la instalación de acuerdo con las instrucciones del fabricante o instalador. • Mantenimiento de acumuladores, limpieza de bornas (reposición de agua destilada, etc.). • Verificación de niveles (combustible, agua, aceite, etcétera). • Verificación de accesibilidad a elementos, limpieza general, ventilación de salas de bombas, etc.	• Accionamiento y engrase de válvulas. • Verificación y ajuste de prensaestopas. • Verificación de velocidad de motores con diferentes cargas. • Comprobación de alimentación eléctrica, líneas y protecciones.	• Gama de mantenimiento anual de motores y bombas de acuerdo con las instrucciones del fabricante. • Limpieza de filtros y elementos de retención de suciedad en alimentación de agua. • Prueba del estado de carga de baterías y electrolito de acuerdo con las instrucciones del fabricante. • Prueba, en las condiciones de su recepción, con realización de curvas del abastecimiento con cada fuente de agua y de energía.	

(Continúa)

Tabla 12. Programa de mantenimiento de los medios materiales de lucha contra incendios *(Continuación)*

Equipo o sistema	Cada tres meses (1)	Cada seis meses (1)	Cada año (2)	Cada cinco años (2)
Bocas de incendio equipadas (BIE).	• Comprobación de la buena accesibilidad y señalización de los equipos. • Comprobación por inspección de todos los componentes, procediendo a desenrollar la manguera en toda su extensión y accionamiento de la boquilla caso de ser de varias posiciones. • Comprobación, por lectura del manómetro, de la presión de servicio. • Limpieza del conjunto y engrase de cierres y bisagras en puertas del armario.		• Desmontaje de la manguera y ensayo de ésta en lugar adecuado. • Comprobación del correcto funcionamiento de la boquilla en sus distintas posiciones y del sistema de cierre. • Comprobación de la estanquidad de los racores y manguera y estado de las juntas. • Comprobación de la indicación del manómetro con otro de referencia (patrón) acoplado en el racor de conexión de la manguera.	• La Manguera debe ser sometida a una presión de prueba de 15 kg/cm².
Hidrantes.	• Comprobar la accesibilidad a su entorno y la señalización en los hidrantes enterrados. • Inspección visual comprobando la estanquidad del conjunto. • Quitar las tapas de las salidas, engrasar las roscas y comprobar el estado de las juntas de los racores.	• Engrasar la tuerca de accionamiento o rellenar la cámara de aceite del mismo. • Abrir y cerrar el hidrante, comprobando el funcionamiento correcto de la válvula principal y del sistema de drenaje.		
Columnas secas.		• Comprobación de la accesibilidad de la entrada de la calle y tomas de piso. • Comprobación de la señalización.		

(Continúa)

Tabla 12. Programa de mantenimiento de los medios materiales de lucha contra incendios *(Continuación)*

Equipo o sistema	Cada tres meses (1)	Cada seis meses (1)	Cada año (2)	Cada cinco años (2)
		• Comprobación de las tapas y correcto funcionamiento de sus cierres (engrase si es necesario). • Comprobar que las llaves de las conexiones siamesas están cerradas. • Comprobar que las llaves de seccionamiento están abiertas. • Comprobar que todas las tapas de racores están bien colocadas y ajustadas.		
Sistemas fijos de extinción: • Rociadores de agua. • Agua pulverizada. • Polvo. • Espuma. • Anhídrido carbónico.	• Comprobación de que las boquillas del agente extintor o rociadores están en buen estado y libres de obstáculos para su funcionamiento correcto. • Comprobación del buen estado de los componentes del sistema, especialmente de la válvula de prueba en los sistemas de rociadores, o los mandos manuales de la instalación de los sistemas de polvo, o agentes extintores gaseosos. • Comprobación del estado de carga de la instalación de los sistemas de polvo, anhídrido carbónico, o hidrocarburos		Comprobación integral, de acuerdo con las instrucciones del fabricante o instalador, incluyendo en todo caso: • Verificación de los componentes del sistema, especialmente los dispositivos de disparo y alarma. • Comprobación de la carga de agente extintor y del indicador de la misma (medida alternativa del peso o presión). • Comprobación del estado del agente extintor. • Prueba de la instalación en las condiciones de su recepción.	

(Continúa)

Tabla 12. Programa de mantenimiento de los medios materiales de lucha contra incendios *(Continuación)*

Equipo o sistema	Cada tres meses (1)	Cada seis meses (1)	Cada año (2)	Cada cinco años (2)
	halogenados y de las botellas de gas impulsor cuando existan. • Comprobación de los circuitos de señalización, pilotos, etc., en los sistemas con indicaciones de control. • Limpieza general de todos los componentes.			

(*) En esta revisión anual no será necesaria la apertura de los extintores portátiles de polvo con presión permanente, salvo que en las comprobaciones que se citan se hayan observado anomalías que lo justifique.

(**) Como ejemplo de sistema indicativo de que se ha realizado la apertura y revisión interior del extintor, se puede utilizar una etiqueta indeleble, en forma de anillo, que se coloca en el cuello de la botella antes del cierre del extintor y que no pueda ser retirada sin que se produzca la destrucción o deterioro de la misma.

(1) Operaciones a realizar por personal de una empresa mantenedora autorizada, o bien, por el personal del usuario o titular de la instalación.

(2) Operaciones a realizar por el personal especializado del fabricante o instalador del equipo o sistema o por el personal de la empresa mantenedora autorizada.

Los mantenedores autorizados adquirirán las siguientes obligaciones en relación con los aparatos, equipos o sistemas cuyo mantenimiento o reparación les sea encomendado:

a) Revisar, mantener y comprobar los aparatos, equipos o instalaciones de acuerdo con los plazos reglamentarios, utilizando recambios y piezas originales.
b) Facilitar personal competente y suficiente cuando sea requerido para corregir las deficiencias o averías que se produzcan en los aparatos, equipos o sistemas cuyo mantenimiento tiene encomendado.
c) Informar por escrito al titular de los aparatos, equipos o sistemas que no ofrezcan garantía de correcto funcionamiento, presenten deficiencias que no puedan ser corregidas durante el mantenimiento o no cumplan las disposiciones vigentes que les sean aplicables. Dicho informe será razonado técnicamente.
d) Conservar la documentación justificativa de las operaciones de mantenimiento que realicen, sus fechas de ejecución, resultados e incidencias, elementos sustituidos y cuanto se considere digno de mención para conocer el estado de operatividad del aparato, equipo o sistema cuya conservación se realice. Una copia de dicha documentación se entregará al titular de los aparatos, equipos o sistemas.
e) Comunicar al titular de los aparatos, equipos o sistemas, las fechas en que corresponde efectuar las operaciones de mantenimiento periódicas.

Cuando el usuario de aparatos, equipos o sistemas acredite que dispone de medios técnicos y humanos suficientes para efectuar el correcto mantenimiento de sus instalaciones de protección contra incendios, podrá adquirir la condición de mantenedor de las mismas, si obtiene la autorización de los servicios competentes en materia de industria de la Comunidad Autónoma.

La instalación en los establecimientos y zonas de uso industrial de los aparatos, equipos y sistemas incluidos en este Reglamento requerirá, cuando así se especifique, la presentación de un proyecto o documentación, ante los servicios competentes en materia de industria de la Comunidad Autónoma.

El citado proyecto o documentación será redactado y firmado por técnico titulado competente, debiendo indicar los aparatos, equipos, sistemas o sus componentes sujetos a marca de conformidad. (Ver Apartado 9 de este mismo capítulo, Reglamento de Seguridad Contra Incendios en establecimientos industriales).

Los aparatos, equipos, sistemas y sus componentes sujetos a este Reglamento se someterán a las revisiones de conservación que se establecen en el apéndice II del RD1942/1993, en el cual se determina, en cada caso, el tiempo máximo que podrá transcurrir entre dos revisiones o inspecciones consecutivas.

Las actas de estas revisiones, firmadas por el técnico que ha procedido a las mismas, estarán a disposición de los servicios competentes en materia de industria de la Comunidad Autónoma al menos durante cinco años a partir de la fecha de su expedición.

En todos los casos, tanto el mantenedor como el usuario o titular de la instalación, conservarán constancia documental del cumplimiento del programa de mantenimiento preventivo, indicando, como mínimo: las operaciones efectuadas, el resultado de las verificaciones y pruebas y la sustitución de elementos defectuosos que se hayan realizado. Las anotaciones deberán llevarse al día y estarán a disposición de los servicios de inspección de la Comunidad Autónoma correspondiente.

Con independencia de la función inspectora asignada a la Administración pública competente en materia de industria de la Comunidad Autónoma y de las operaciones de mantenimiento previstas en el Reglamento de Instalaciones de Protección Contra Incendios, aprobado por el Real Decreto 1942/1993, de 5 de noviembre, y ya mencionadas, los titulares de los establecimientos a los que sea de aplicación este reglamento de instalaciones industriales, deberán solicitar a un organismo de control facultado para la aplicación de este reglamento la inspección de sus instalaciones.

En esta inspección se comprobará:

a) Que no se han producido cambios en la actividad ni ampliaciones.
b) Que se sigue manteniendo la tipología del establecimiento, los sectores y/o áreas de incendio y el riesgo intrínseco de cada uno.
c) Que los sistemas de protección contra incendios siguen siendo los exigidos y que se realizan las operaciones de mantenimiento conforme a lo recogido en el apéndice 2 del Reglamento de instalaciones de protección contra incendios, aprobado por el Real Decreto 1942/1993, de 5 de noviembre.

En establecimientos adaptados parcialmente a este reglamento, la inspección se realizará solamente a la parte afectada.

Por otro lado, el resto de normativa como por ejemplo el Código Técnico de edificación (CTE) dirige sus objetivos a la protección contra el incendio una vez declarado éste. Las medidas dirigidas a evitar las causas que pueden originarlo son materia propia de la reglamentación específica de las instalaciones y equipos, susceptibles de iniciar un incendio o de las normas de seguridad aplicables a las actividades desarrolladas en los edificios.

Dado que el Código técnico de la edificación deroga la NBE CPI-96, Condiciones de protección contra incendios de los edificios, es en el artículo 11 del Código Técnico de Edificación, «*Exigencias básicas de seguridad en caso de incendio (SI)*», cuyo objetivo es reducir a límites aceptables el riesgo de que los usuarios de un edificio sufran daños derivados de un incendio de origen accidental, como consecuencia de las características de su proyecto, construcción, uso y mantenimiento, donde se recoge la necesidad de elaborar el documento Básico, *DB-SI*, proporcionando parámetros objetivos y procedimientos cuyo cumplimiento asegura la satisfacción de las exigencias básicas y la superación de los niveles mínimos de calidad propios del requisito básico de seguridad en caso de incendio, excepto en el caso de los edificios, establecimientos y zonas de uso industrial a los que les sea de aplicación el Reglamento de Seguridad Contra Incendios en los Establecimientos Industriales, en los cuales las exigencias básicas se cumplen mediante dicha aplicación.

Este artículo define las exigencias básicas, que son las siguientes:

a) Exigencia básica SI 1: Propagación interior: se limitará el riesgo de propagación del incendio por el interior del edificio, tanto al mismo edificio como a otros edificios colindantes.
b) Exigencia básica SI 2: Propagación exterior: se limitará el riesgo de propagación del incendio por el exterior, tanto en el edificio considerado como a otros edificios.
c) Exigencia básica SI 3: Evacuación de ocupantes: el edificio dispondrá de los medios de evacuación adecuados para facilitar que los ocupantes puedan abandonarlo o alcanzar un lugar seguro dentro del mismo en condiciones de seguridad.
d) Exigencia básica SI 4: Instalaciones de protección contra incendios: el edificio dispondrá de los equipos e instalaciones adecuados para hacer posible la detección, el control y la extinción del incendio, así como la transmisión de la alarma a los ocupantes.

e) Exigencia básica SI 5: Intervención de bomberos: se facilitará la intervención de los equipos de rescate y de extinción de incendios.
f) Exigencia básica SI 6: Resistencia estructural al incendio: la estructura portante mantendrá su resistencia al fuego durante el tiempo necesario para que puedan cumplirse las anteriores exigencias básicas.

Estas normativas establecen las condiciones que deben reunir los edificios para proteger a sus ocupantes frente a los riesgos originados por un incendio, para prevenir daños en los edificios o establecimientos próximos a aquel en el que se declare un incendio y para facilitar le intervención de los bomberos y de los equipos de rescate, teniendo en cuenta su seguridad. Esta norma básica no incluye entre sus hipótesis de riesgo la de un incendio de origen intencional.

Así mismo, debe aplicarse a los proyectos y a las obras de nueva construcción, de reforma de edificios y de establecimientos, o de cambio de uso de los mismos, excluidos los de uso industrial, como ya sea ha señalado, pero no obstante se incluye su contenido como posible criterio de referencia. En particular, tiene en cuenta edificios para uso hospitalario, comercial, vivienda, administrativo, docente, residencial y garaje o aparcamiento.

Respecto a las características que definen el comportamiento ante el fuego de elementos constructivos y materiales, se recomienda efectuar la consulta de lo contenido en el Anexo III del Real Decreto 312/2005, por el que se aprueba la clasificación de los productos de construcción y de los elementos constructivos en función de sus propiedades de reacción y de resistencia frente al fuego.

9. REGLAMENTO DE SEGURIDAD CONTRA INCENDIOS EN INSTALACIONES INDUSTRIALES

El Real Decreto 2267/2004, de 3 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de Seguridad contra incendios en los establecimientos industriales, del que se resumen a continuación aquellos aspectos más significativos del mismo en cuanto a la apreciación de la cargas de fuego y la clasificación de los establecimientos industriales y sobre los medios de extinción portátiles..

Las prescripciones de este Reglamento se aplican a los nuevos establecimientos industriales que se construyan o implanten y a los ya existentes que cambien o modifiquen su actividad, se trasladen, amplíen o reformen, en la parte afectada por la ampliación o reforma.

El Reglamento establece y define los requisitos que deben satisfacer los establecimientos industriales para su seguridad en caso de incendio, evitando su generación, y para dar respuesta, en caso de producirse, limitando su propagación y posibilitando su extinción.

Asimismo, es complementario de las exigencias de protección contra incendios requeridos por otras disposiciones legales.

Se aplica a:

- a) Las industrias, tal como se definen en el artículo
- 3.1 de la Ley 21/1992, de 16 de julio, de Industria.
- b) Los almacenamientos industriales.
- c) Los talleres de reparación y los estacionamientos de vehículos destinados al servicio de transporte de personas y transporte de mercancías.
- d) Los servicios auxiliares o complementarios de las actividades comprendidas en los párrafos anteriores.

Los establecimientos industriales afectados por este reglamento requerirán la presentación, junto a la documentación exigida por la Legislación vigente para la obtención de los permisos y licencias preceptivas, de un Proyecto, acompañado por la documentación necesaria que justifique este Reglamento.

Este proyecto será redactado y firmado por Técnico Titulado competente y en el se deberá indicar, de acuerdo con el Reglamento de Instalaciones de Protección contra Incendios (RD 1942/1993), los materiales, aparatos, equipos, sistemas o sus componentes sujetos a Marca de conformidad a Normas incluidos en el proyecto.

Se indicará asimismo la clase o nivel de comportamiento ante el fuego de los productos de construcción que así lo requieran.

Los establecimientos industriales de Riesgo Intrínseco Bajo y cuya superficie construida se inferior a 250 m^2, podrán sustituir el proyecto por una Memoria Técnica realizada por la empresa instaladora y firmada por Técnico Titulado competente.

Para la puesta en servicio de las instalaciones de protección contra incendios se exigirá un certificado de la empresa instaladora, firmado por un Técnico Titulado de la misma, en el que se indique el cumplimiento con el proyecto y con las exigencias reglamentarias, y que deberá ser presentado ante el órgano competente de la Comunidad Autónoma correspondiente.

En relación con las inspecciones periódicas, los titulares de los establecimientos industriales afectados por este reglamento deberán solicitar a un Organismo ce Control Autorizado (OCA) para la aplicación de este reglamento la inspección de sus instalaciones, con una periodicidad que no será superior a:

a) Cinco años, para los establecimientos de riesgo intrínseco bajo.
b) Tres años, para los establecimientos de riesgo intrínseco medio.
c) Dos años, para los establecimientos de riesgo intrínseco alto.

De dichas inspecciones se levantará un acta, firmada por el técnico titulado competente del organismo de control que ha procedido a la inspección y por el titular o técnico del establecimiento industrial, quienes conservarán una copia.

Las condiciones y requisitos que deben satisfacer los establecimientos industriales en relación su seguridad contra incendios estarán determinados por:

- Su configuración y ubicación en relación con su entorno y
- Su nivel de riesgo intrínseco

Las muy diversa configuraciones y ubicaciones que pueden tener los establecimientos industriales se consideran reducidas a:

a) Establecimientos industriales ubicados en un edificio:

TIPO A: el establecimiento industrial ocupa parcialmente un edificio que tiene, además, otros establecimientos, ya sean estos de uso industrial ya de otros usos.

TIPO B: el establecimiento industrial ocupa totalmente un edificio que está adosado a otro u otros edificios, ya sean estos de uso industrial o bien de otros usos.

Para establecimientos industriales que ocupen una nave adosada con estructura compartida con las contiguas, que en todo caso deberán tener cubierta independiente, se admitirá el cumplimiento

de las exigencias correspondientes al tipo B, siempre que se justifique técnicamente que el posible colapso de la estructura no afecte a las naves colindantes.

TIPO C: el establecimiento industrial ocupa totalmente un edificio, o varios, en su caso, que está a una distancia mayor de tres metros del edificio más próximo de otros establecimientos. Dicha distancia deberá estar libre de mercancías combustibles o elementos intermedios susceptibles de propagar el incendio.

b) Establecimientos industriales que desarrollan su actividad en espacios abiertos que no constituyen un edificio:

TIPO D: el establecimiento industrial ocupa un espacio abierto, que puede estar totalmente cubierto, alguna de cuyas fachadas carece totalmente de cerramiento lateral.

TIPO E: el establecimiento industrial ocupa un espacio abierto que puede estar parcialmente cubierto (hasta un 50 % de su superficie), alguna de cuyas fachadas en la parte cubierta carece totalmente de cerramiento lateral.

Como ya se ha comentado el otro criterio que se utiliza para la clasificación de los establecimientos industriales tiene que ver con su riesgo intrínseco, atendiendo a los criterios simplificados y según los procedimientos que se indican a continuación.

1. Los establecimientos industriales, en general, estarán constituidos por una o varias de las configuraciones de los tipos A, B, C, D y E. Cada una de estas configuraciones constituirá una o varias zonas, (sectores o áreas de incendio), del establecimiento industrial.

   a) Para los tipos A, B y C se considera «sector de incendio» el espacio del edificio cerrado por elementos resistentes al fuego durante el tiempo que se establezca en cada caso.
   b) Para los tipos D y E se considera que la superficie que ocupan constituye una «área de incendio» abierta, definida solamente por su perímetro.

2. El nivel de riesgo intrínseco de cada sector de incendio se evaluará:

   a) Calculando la siguiente expresión, que determina la densidad de carga de fuego, pondera y corregida, de dicho sector de incendio:

$$\mathbf{Q_s} = \frac{\sum_{1}^{i} G_i q_i C_i}{\mathbf{A}} \mathbf{R_a} \left(MJ/m^2 \right) o \left(Mcal/m^2 \right)$$

   Donde:

   $\mathbf{Q_s}$ = Densidad de carga de fuego, ponderada y corregida, del sector de incendio, en MJ/m² o Mcal/m².

   $\mathbf{G_i}$ = Masa, en kg de cada uno de los combustibles (i) que existen en el sector de incendio (incluidos los materiales constructivos combustibles)

   $\mathbf{q_i}$ = Poder calorífico, en MJ/kg o Mcal/kg, de cada uno de los combustibles (i) que existen en el sector de incendio.

   $\mathbf{C_i}$ = Coeficiente adimensional que pondera el grado de peligrosidad (por la combustibilidad) de cada uno de los combustibles (i) que existen en el sector de incendio.

   $\mathbf{R_a}$ = Coeficiente adimensional que corrige el grado de peligrosidad (por la activación) inherente a la actividad industrial que se desarrolla en el sector de incendio, producción, montaje, transformación, reparación, almacenamiento, etc. Cuando existen varias actividades en el mismo sector, se tomará como factor de riesgo de activación inherente a la actividad de mayor riesgo de activación, siempre que dicha actividad ocupe el 10% de la superficie del sector.

   $\mathbf{A}$ = Superficie construida del sector de incendio, en m².

Los valores del coeficiente de peligrosidad por combustibilidad, C_i, de cada combustible, pueden deducirse de la tabla que se incluye a continuación:

Tabla. Grado de peligrosidad de los combustibles

Valores del coeficiente de peligrosidad por combustible C_i		
Alta	**Media**	**Baja**
• Líquidos clasificados como clase A, en la ITC MIE-APQ 1.	• Líquidos clasificados como subclase B_2, en la ITC MIE-APQ 1.	• Líquidos clasificados como clase D, en la ITC MIE-APQ 1.
• Líquidos clasificados como subclase B_1, en la ITC MIE-APQ 1.	• Líquidos clasificados como clase C, en la ITC MIE-APQ 1.	
• Sólidos capaces de iniciar su combustión a temperatura inferior a 100 °C.	• Sólidos capaces de iniciar su ignición a temperatura comprendida entre 100 °C y 200 °C.	• Sólidos que comienzan su ignición a temperatura superior a 200 °C.
• Productos que pueden formar mezclas explosivas con el aire.	• Sólidos que emiten gases inflamables.	
• Productos que pueden iniciar combustión espontánea en el aire		
C = 1,60	C = 1,30	C = 1,00

Nota: ITC MIE-APD 1 del Reglamento de almacenamiento de productos químicos aprobado por Real Decreto 379/2001, de 6 de abril.

Los valores del coeficiente de peligrosidad por activación, R_a, pueden deducirse de la tabla incluida en el mencionado reglamento de seguridad contra incendios en establecimientos industriales, que tiene en cuenta la siguiente valoración que se recoge a continuación:

Alta	Medio	Bajo
$R_a = 3,0$	$R_a = 1,5$	$R_a = 1,0$

Los valores del poder calorífico q_i, de cada combustible, pueden deducirse de la Tabla 1.2 incluida en el mencionado reglamento de seguridad contra incendios en establecimientos industriales y que se puede consultar al final de este apartado.

3. Como alternativa a la fórmula anterior se puede evaluar la densidad de carga de fuego, ponderada y corregirla, Q_s, del sector de incendio aplicando las expresiones siguientes:

a) Para actividades de producción, transformación, reparación o cualquier otra distinta al almacenamiento; en los que se incluyen los acopios de materiales y productos consumo o producción es diario:

$$\mathbf{Q_s} = \frac{\sum_{1}^{i} q_{si} S_i C_i}{\mathbf{A}} \mathbf{R_a} (MJ/m^2) \, o \, (Mcal/m^2)$$

Donde

Q_s, C_i, R_a y A tienen la misma significación que el punto anterior, y

q_{si} = Densidad de carga de fuego de cada zona con proceso diferente según los distintos procesos que se realizan en el sector de incendio (i), en MJ/m² o Mcal/ m².

S_i = Superficie de cada zona con proceso diferente y densidad de carga de fuego q_{si} diferente, en m².

Los valores de la densidad de carga de fuego media, q_{si}, pueden obtenerse de la Tabla 1.2 incluida al final de este apartado.

b) Para actividades de almacenamiento:

$$\mathbf{Q_s} = \frac{\sum_{1}^{i} q_{vi} C_i h_i s_i}{\mathbf{A}} \mathbf{R_a} (MJ/m^2) \, o \, (Mcal/m^2)$$

Q_s, C_i, R_a y A tienen la misma significación que los apartados anteriores, y

q_{vi} = Carga de fuego, aportada por cada m³ de cada zona con diferente tipo de almacenamiento (i) existente en el sector de incendio, en MJ/m³ o Mcal/m³.

h_i = Altura del almacenamiento de cada uno de los combustibles, (i), en m.

s_i = Superficie ocupada en planta en cada zona con diferente tipo de almacenamiento (i) existente en el sector de incendio en m^2.

Los valores de la carga de fuego, por metro cúbico q_{vi}, aportada por cada uno de los combustibles, pueden obtenerse de la tabla 1.2 del Reglamento de Seguridad contra incendios en establecimientos industriales que se incluyen el final de este apartado.

El nivel de riesgo intrínseco de un edificio o conjunto de sectores de incendio de un establecimiento industrial, a los efectos de aplicación de este Reglamento, se evaluará calculando la siguiente expresión, que determina la densidad de carga de fuego, ponderada y corregida Q_e, de dicho edificio industrial.

$$\mathbf{Q_e} = \frac{\sum_{1}^{i} Qs_i A_i}{\sum_{1}^{i} \mathbf{A_i}} (MJ/m^2) \, o \, (Mcal/m^2)$$

Donde:

$\mathbf{Q_e}$ = Densidad de carga de fuego, ponderada y corregida, del edificio industrial, en MJ/m^2 o $Mcal/m^2$.

$\mathbf{Qs_i}$ = Densidad de carga de fuego, ponderada y corregida, de cada uno de los sectores de incendio, (i), que componen el edificio industrial, en MJ/m^2 o $Mcal/m^2$.

$\mathbf{A_i}$ = Superficie construida de cada uno de los sectores de incendio, (i), que componen el edificio industrial, en m^2.

Cuando la actividad industrial se desarrolla en mas de un edificio, ubicados en el mismo recinto, se evaluará calculando la siguiente expresión, que determina la carga de fuego, ponderada y corregida, Q_E, de dicho establecimiento industrial:

$$\mathbf{Q_E} = \frac{\sum_{1}^{i} Qe_i Ae_i}{\sum_{1}^{i} \mathbf{Ae_i}} (MJ/m^2) \, o \, (Mcal/m^2)$$

Donde

$\mathbf{Q_E}$ = Densidad de carga de fuego, ponderada y corregida, del edificio industrial, en MJ/m^2 o $Mcal/m^2$.

Qe_i = Densidad de carga de fuego, ponderada y corregida, de cada uno de los edificios industriales, (i), que componen el establecimiento industrial, en MJ/m^2 o $Mcal/m^2$.

Ae_i = Superficie construida de cada uno de los edificios industriales, (i), que componen el establecimiento industrial, en m^2.

Evaluada la densidad de carga de fuego ponderada, y corregida de un sector de incendio, (Qs), de un edificio industrial, (Qe) o de un establecimiento industrial (Q_E), según cualquiera de los procedimientos expuestos, el nivel de riesgos intrínseco del sector de incendio, del edifico industrial, o del establecimiento industrial, se deduce de la Tabla 1.3 del citado reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales, y que se incluye al final de este apartado.

En el mencionado reglamento se detallan en su apéndice 2 los requisitos constructivos de los establecimientos industriales según su configuración, ubicación y nivel de riesgos intrínseco.

De este apéndice merece especial mención lo relativo a las cuestiones detalladas sobre la evacuación de los establecimientos industriales, que utiliza como criterios básico la NBE-PI 96, detallando alguna otra cuestión que no está determinada en esta norma atendiendo al tipo de establecimiento industrial de que se trate.

Igualmente en este reglamento, en su apéndice 3, se detallan los requisitos de las instalaciones de protección contra incendios de los establecimiento industriales.

Se detalla a continuación lo referente a la dotación de extintores portátiles para este tipo de establecimientos:

Determinación de la dotación de extintores portátiles en sectores de incendio con carga de fuego aportada por combustibles de clase A

Grado de riesgos intrínseco del sector de incendio	Eficacia mínima del extintor	Área máxima protegida del sector de incendio
BAJO	21 A	Hasta 600 m² (un extintor más por cada 200 m², o fracción en, exceso).
MEDIO	21 A	Hasta 400 m² (un extintor más por cada 200 m², o fracción en, exceso).
ALTO	34 A	Hasta 300 m² (un extintor más por cada 200 m², o fracción en, exceso).

Determinación de la dotación de extintores portátiles en sectores de incendio con carga de fuego aportado por combustible clase B

	Volumen máximo, V (1) de combustibles líquidos en el sector de incendio (1) (2)			
	V ≤ 20	20 < V ≤ 50	50 < V ≤ 100	100 < V ≤ 200
Eficacia mínima del extintor	113 B	113 B	144 B	233 B

(1) Cuando más del 50% del volumen de los combustibles líquidos, V, esté contenidos en recipientes metálicos perfectamente cerrados, la eficacia mínima del extintor puede reducirse a la inmediatamente anterior en la Tabla B3, de la Norma UNE 23110-1.

(2) Cuando el volumen de combustibles líquidos en el sector de incendio, V, supere los 200 l, se incrementará la dotación de extintores portátiles con extintores móviles sobre ruedas, de 50 Kg de polvo BC o ABC, a razón de:
- — Un extintor, si : 200 l < V ≤ 750 l.
- — Dos extintores si: 750 l < V ≤ 2000 l.

Tablas incluidas en el Reglamento de Seguridad contra Incendios en Establecimientos Industriales.

Tabla 1.2. Valores de densidad de carga de fuego media de diversos procesos industriales, de almacenamiento de productos y riesgo de activación asociado, Ra

ACTIVIDAD	Fabricación y venta			Almacenamiento		
	q_s		Ra	q_s		Ra
	Mj/m²	Mcal/m²		Mj/m³	Mcal/m³	
Abonos químicos	200	48	Medio	200	48	Bajo
Aceites comestibles, expedición	900	215	Medio			
Aceites comestibles	1.000	240	Alto	18.900	4.520	Alto
Aceites: mineral, vegetal y animal				18.900	4.520	Alto
Acero	40	10	Bajo			
Acetileno, llenado de botellas	700	168	Medio			
Ácido carbónico	40	10	Bajo			
Ácidos inorgánicos	80	20	Bajo			
Acumuladores	400	96	Medio	800	192	Medio
Acumuladores, expedición	800	192	Medio			
Agua oxigenada						
Agujas de acero	200	48	Medio			
Alambre metálico aislado	300	72	Bajo	1.000	240	Alto
Alambre metálico no aislado	80	20	Bajo			
Albergues	300	72	Bajo			
Albergues juveniles	300	72	Bajo			
Alfarería	200	48	Bajo			
Algodón en rama, guata	300	72	bajo	1.100	264	Alto
Algodón, almacén de				1.300	311	Alto
Alimentación, embalaje	800	192	Medio	800	192	Medio
Alimentación, expedición	1.000	240	Alto			
Alimentación, materias primas				3.400	814	Alto
Alimentación, platos precocinados	200	48	Bajo			
Almacenes de talleres, etc.	1.200	287	Alto			
Almidón	2.000	480	Alto			
Alquitrán				3.400	814	Alto
Alquitrán, productos de	800	192	Medio			
Altos hornos	40	10	Bajo			
Aluminio, producción de	40	10	Bajo			
Aluminio, trabajo de	200	48	Bajo			
Antigüedades, venta de	700	168	Medio			

(Continúa)

Tabla 1.2. *(Continuación)*

ACTIVIDAD	Fabricación y venta			Almacenamiento		
	q_s		Ra	q_s		Ra
	Mj/m²	Mcal/m²		Mj/m³	Mcal/m³	
Aparatos de radio	300	72	Bajo	200	48	Bajo
Aparatos de radio, venta	400	96	Bajo			
Aparatos de televisión	300	72	Bajo	200	48	Bajo
Aparatos domésticos	300	72	Medio	200	48	Bajo
Aparatos eléctricos	400	96	bajo	400	96	Bajo
Aparatos eléctricos, reparación	500	120	Medio			
Aparatos electrónicos	400	96	Bajo	400	96	Bajo
Aparatos electrónicos, reparación	500	120	Bajo			
Aparatos fotográficos	300	72	Bajo	600	144	Medio
Aparatos mecánicos	400	96	Bajo			
Aparatos pequeños, construcción de	300	72	Bajo			
Aparatos sanitarios, taller	100	24	Bajo			
Aparatos, talleres de reparación	600	144	Medio			
Aparatos, expedición de	700	168	Medio			
Aparatos, prueba de	200	48	Bajo			
Aparcamientos, edificios de	200	48	Bajo			
Apartamentos	300	72	Bajo			
Apósitos, fabricación de artículos	400	96	Medio	800	192	Medio
Archivos	4.200	1.005	Alto	1.700	407	Alto
Arena						
Armarios frigoríficos	1.000	240	Alto	300	72	Bajo
Armas	300	72	Bajo			
Artículos de metal	200	48	Bajo			
Artículos de yeso	80	20	Bajo			
Artículos metal fundidos por inyección	80	20	Bajo			
Artículos metálicos, soldadura ligera	300	72	Bajo			
Artículos metálicos, amolado	80	20	Bajo			
Artículos metálicos, barnizado	300	72	Bajo			
Artículos metálicos, cerrajería	200	48	Bajo			
Artículos metálicos, chatarras	80	20	Bajo			
Artículos metálicos, dorado	80	20	Bajo			
Artículos metálicos, estampado	100	24	Bajo			
Artículos metálicos, forjado	80	20	Bajo			

(Continúa)

Tabla 1.2. *(Continuación)*

ACTIVIDAD	Fabricación y venta			Almacenamiento		
	q_s		Ra	q_s		Ra
	Mj/m²	Mcal/m²		Mj/m³	Mcal/m³	
Artículos metálicos, fresado	200	48	Bajo			
Artículos metálicos, fundición	40	10	Bajo			
Artículos metálicos, grabación	200	10	Bajo			
Artículos metálicos, soldadura	80	20	Bajo			
Artículos pirotécnicos	especial	Especial	especial	2.000	479	Alto
Aserraderos	400	96	Medio			
Asfalto (bidones, bloques)				3.400	814	Alto
Asfalto, manipulación de	800	192	Medio	3.400	814	Alto
Automóviles, almacén de accesorios				800	192	Medio
Automóviles, garajes y aparcamientos	200	48	Bajo			
Automóviles, guarnición	700	168	Medio			
Automóviles, montaje	300	72	Medio			
Automóviles, pintura	500	120	Medio			
Automóviles, reparación	300	72	Bajo			
Automóviles, venta de accesorios	300	72	Bajo			
Aviones	200	48	Bajo			
Aviones, hangares	200	48	Bajo			
Azúcar				8.400	2.010	Alto
Azúcar, productos de	800	96	Medio	800	96	Medio
Azufre						
Balanzas	300	72	Bajo			
Bancos, oficinas y sucursales de	300	72	Bajo			
Barcos de madera	600	144	Medio			
Barcos de plástico	600	144	Medio			
Barcos metálicos	200	48	Bajo			
Barnices	5.000	1.197	Alto	2.500	598	Alto
Barnices a la cera	2.000	479	Alto	5.000	1.196	Alto
Barnices, expedición	1.000	240	Alto			
Barnizado	80	20	Medio			
Barnizado de muebles	200	48	Medio			
Barnizado de papel	80	20	Medio			
Bebidas alcohólicas	500	120	Medio	800	192	Medio
Bebidas sin alcohol	80	20	Bajo			

(Continúa)

Tabla 1.2. *(Continuación)*

ACTIVIDAD	Fabricación y venta			Almacenamiento		
	q_s		Ra	q_s		Ra
	Mj/m²	Mcal/m²		Mj/m³	Mcal/m³	
Bebidas sin alcohol, expedición de	300	72	Bajo			
Bibliotecas	2.000	479	Alto	2.000	479	Alto
Bicicletas	200	48	Bajo	400	96	Bajo
Bodegas (vinos)	80	20	Bajo			
Bramante	400	96	Medio	1.100	264	Alto
Bramante, almacén de				1.000	240	Alto
Buhardillas habitables	600	144	Medio			
Cables	300	72	Bajo	600	144	Medio
Cacao, productos de	800	192	Medio	5.800	1.388	Alto
Café crudo, sin refinar				2.900	694	Alto
Café, extracto	300	72	Bajo	4.500	1.077	Alto
Café, tostadero	400	96	Medio			
Cajas de madera	1.000	240	Alto	600	144	Medio
Cajas fuertes	80	20	Bajo			
Calderas, edificios de	200	48	Bajo			
Calefacciones	300	72	Bajo			
Calefacciones centrales	200	48	Bajo			
Calzado	500	120	Medio	400	96	Bajo
Calzado, accesorios de				800	192	Medio
Calzados, expedición	600	144	Medio			
Calzados, venta	500	120	Bajo			
Cantinas	300	72	Bajo			
Caramelos	400	96	Bajo	1.500	359	Alto
Caramelos, embalaje	800	192	Medio			
Carbón de coke				10.500	2.512	Alto
Carnicerías, venta	40	10	Bajo			
Carretería, artículos de	500	120	Medio			
Carrocerías de automóvil	200	48	Bajo			
Cartón	300	72	Medio	4.200	1.005	Medio
Cartón embreado	2.000	479	Alto	2.500	599	Alto
Cartón ondulado	800	192	Alto	1.300	311	Alto
Cartón piedra	300	72	Medio			
Cartonaje	800	192	Medio	2.500	598	Alto

(Continúa)

Tabla 1.2. *(Continuación)*

ACTIVIDAD	Fabricación y venta			Almacenamiento		
	q_s		Ra	q_s		Ra
	Mj/m²	Mcal/m²		Mj/m³	Mcal/m³	
Cartonaje, expedición de	600	144	Medio			
Caucho				28.600	6.843	Alto
Caucho, artículos de	600	144	Medio	5.000	1.197	Alto
Caucho, venta de artículos de	800	192	Medio			
Celuloide	800	192	Medio	3.400	814	Alto
Cemento	40	10	Bajo			
Central de calefacción a distancia	200	48	Bajo			
Centrales hidráulicas	80	20	Bajo			
Centrales hidroeléctricas	40	10	Bajo			
Centrales térmicas	200	48	Bajo			
Cepillos y brochas	700	168	Medio	800	192	Medio
Cera				3.400	814	Alto
Cera, artículos de	1.300	311	Alto	2.100	503	Alto
Cera, venta de artículos de	2.100	503	Alto			
Cerámica, artículos de	200	48	Bajo			
Cerillas	300	72	Medio	800	192	Alto
Cerrajerías	200	48	Bajo			
Cervecerías	80	20	Bajo			
Cestería	400	96	Medio	200	48	Bajo
Cestería, venta de artículos de	300	72	Bajo	200	48	Bajo
Chapa, artículos de	100	24	Bajo			
Chapa, embalaje de artículos	200	48	Bajo			
Chatarrería	300	72	Bajo			
Chocolate	400	96	Medio	3.400	814	Medio
Chocolate, embalaje	500	120	Medio			
Chocolate, fabricación, sala de moldes	1.000	240	Alto			
Cines	300	72	Bajo			
Cochecitos de niño	300	72	Bajo	800	192	Medio
Colchones no sintéticos	500	120	Medio	5.000	1.197	Alto
Colores y barnices, manufacturas de	800	192	Medio			
Colores y barnices, mezclas	2.000	479	Alto			
Colores y barnices, venta	1.000	240	Alto			
Colores con diluyentes combustibles	4.000	957	Alto	2.500	598	Alto

(Continúa)

Tabla 1.2. *(Continuación)*

ACTIVIDAD	Fabricación y venta			Almacenamiento		
	q_s		Ra	q_s		Ra
	Mj/m²	Mcal/m²		Mj/m³	Mcal/m³	
Confiterías	400	96	Bajo	1.700	407	Alto
Congelados	800	192	Medio			
Conservas	40	10	Bajo			
Corcho				800	192	Medio
Corcho, artículos de	500	120	Medio	800	192	Medio
Cordelerías	300	72	Medio	600	144	Medio
Cordelerías, venta	500	120	Medio			
Correas	500	120	Medio			
Cortinas en rollo	1.000	240	Alto			
Cosméticos	300	72	Medio	500	120	Medio
Crin, cerda de				600	144	Medio
Cristalerías	100	24	Bajo			
Cuero				1.700	407	Medio
Cuero sintético, recorte de artículos de	300	72	Bajo			
Cuero sintético	1.000	240	Medio	1.700	407	Medio
Cuero sintético, artículos de	400	96	Bajo	800	192	Medio
Cuero, artículos de	500	120	Medio	600	144	Medio
Cuero, recortes de artículos de	300	72	Bajo			
Cuero, venta de artículos de	700	168	Medio			
Deportes, venta de artículos de	800	192	Medio			
Depósitos de hidrocarburos						
Depósitos de mercancías incombustibles						
— en cajas de madera				200	48	Bajo
— en cajas de plástico				200	48	Bajo
— en estanterías de madera				100	24	Bajo
— en estanterías metálicas				20	5	Bajo
— en casilleros de madera				100	24	Bajo
— en paletas de madera				3.400	814	Alto
Diluyentes				3.400	814	Alto
Discos	600	144	Medio			
Droguerías	1.000	240	Alto	800	192	Medio
Edificios frigoríficos	2.000	480	Alto			
Electricidad, almacén de materiales de				400	96	Bajo

(Continúa)

Tabla 1.2. *(Continuación)*

ACTIVIDAD	Fabricación y venta			Almacenamiento		
	q_s		Ra	q_s		Ra
	Mj/m²	Mcal/m²		Mj/m³	Mcal/m³	
Electricidad, taller de	600	144	Medio			
Embalaje de material impreso	1.700	407	Alto			
Embalaje de mercancías combustibles	600	144	Medio			
Embalaje de productos alimenticios	800	192	Medio			
Embalaje de textiles	600	144	Medio			
Emisoras de radio	80	20	Bajo			
Encuadernación	1.000	240	Alto			
Escobas	700	168	Medio	400	96	Bajo
Escorias						
Escuelas y colegios	300	72	Bajo			
Esculturas de piedra	40	10	Bajo			
Especias	40	10	Bajo			
Espumas sintéticas	3.000	718	Alto	2.500	598	Alto
Espumas sintéticas, artículos de	600	144	Medio	800	192	Medio
Estampación productos sintéticos, cuero...	300	72	Bajo	1.700	406	Alto
Estampado de materias sintéticas	400	96	Bajo			
Estampado de metales	100	24	Bajo			
Estilográficas	200	48	Bajo			
Estudio de televisión	300	72	Bajo			
Estufas de gas	200	48	Bajo			
Expedición de artículos sintéticos	1.000	240	Alto			
Expedición de artículos de cristal	700	168	Medio			
Expedición de artículos de hojalata	200	48	Bajo			
Expedición de artículos impresos	1.700	406	Alto			
Expedición de bebidas	300	72	Bajo			
Expedición de cartonaje	600	144	Medio			
Expedición de ceras y barnices	1.300	311	Alto			
Expedición de muebles	600	144	Medio			
Expedición pequeños artículos de madera	600	144	Medio			
Expedición de productos alimenticios	1.000	240	Alto			
Expedición de textiles	600	144	Medio			
Exposición de automóviles	200	48	Bajo			
Exposición de cuadros	200	48	Bajo			

(Continúa)

Tabla 1.2. *(Continuación)*

ACTIVIDAD	Fabricación y venta			Almacenamiento		
	q_s		Ra	q_s		Ra
	Mj/m²	Mcal/m²		Mj/m³	Mcal/m³	
Exposición de máquinas	80	20	Bajo			
Exposición de muebles	500	120	Medio			
Farmacias (almacenes incluidos)	800	192	Medio			
Féretros de madera	500	120	Medio			
Fibras de coco				8.400	2.010	Alto
Fieltro	600	144	Medio	800	192	Medio
Fieltro, artículos de	500	120	Medio			
Flores artificiales	300	72	Medio	200	48	Medio
Flores, venta de	80	20	Bajo			
Fontanería	200	48	Bajo			
Forraje	2.000	480	Alto	3.300	780	Alto
Fósforo						
Fotocopias, talleres	400	96	Bajo			
Fotografías, laboratorios	100	24	Bajo			
Fotografía, películas	1.000	240	Alto			
Fotografía, talleres	300	72	Bajo			
Fotografía, tienda	300	72	Bajo			
Fraguas	80	20	Bajo			
Fundición de metales	40	10	Bajo			
Funiculares	300	72	Bajo			
Galvanoplastia	200	48	Bajo			
Gasolineras						
Grances almacenes	400	96	Medio			
Granos	600	144	Medio	800	192	Medio
Grasas	1.000	240	Alto	18.000	4.307	Alto
Grasas comestibles	1.000	240	Alto	18.900	4.522	Alto
Grasas comestibles, expedición	900	216	Medio			
Guantes	500	120	Medio			
Guardarropa, armarios de madera	400	96	Bajo			
Guardarropa, armarios metálicos	80	20	Bajo			
Harina en sacos	2.000	479	Alto	8.400	2.010	Alto
Harina, fábrica o comercio sin almacén	1.700	407	Alto	13.000	3.110	Alto
Heladería	80	20	Bajo			

(Continúa)

Tabla 1.2. *(Continuación)*

ACTIVIDAD	Fabricación y venta			Almacenamiento		
	q_s		Ra	q_s		Ra
	Mj/m²	Mcal/m²		Mj/m³	Mcal/m³	
Heno, balas de				1.000	240	Alto
Herramientas	200	48	Bajo			
Hidrógeno						
Hilados, cardado	300	72	Alto			
Hilados, encanillado-bobinado	600	144	Medio			
Hilados, hilatura	300	72	Medio			
Hilados, productos de hilo				1.700	407	Alto
Hilados, productos de lana				1.900	455	Alto
Hilados, torcido	300	72	Medio			
Hipermercados	400	96	Medio			
Hogares para ancianos	400	96	Medio			
Hogares para niños	400	96	Medio			
Hojalaterías	100	24	Bajo			
Hormigón, artículos de	100	24	Bajo			
Hornos	200	24	Bajo			
Hospitales	300	72	Medio			
Hoteles, habitaciones	300	72	Medio			
Hoteles, vestíbulos, restaurantes, salas...	500	120	Medio			
Hule	700	168	Medio	1.300	311	Alto
Hule, artículos de	700	168	Medio	2.100	503	Alto
Iglesias	200	48	Bajo			
Imprentas, almacén				8.000	1.914	Alto
Imprentas, embalaje	2.000	480	Alto			
Imprentas, expedición	200	48	Medio			
Imprentas, salas de máquinas	400	96	Medio			
Imprentas, taller tipográfico	300	72	Medio			
Incineracion de basuras	200	48	Bajo			
Instaladores electricistas	200	48	Bajo			
Instaladores, talleres	100	24	Bajo			
Instrumentos de música	600	144	Medio			
Instrumentos de óptica	200	48	Bajo	200	48	Bajo
Internados, pensionados	300	72	Bajo			
Jabón	200	48	Bajo	4.200	1.005	Alto

(Continúa)

Tabla 1.2. *(Continuación)*

ACTIVIDAD	Fabricación y venta			Almacenamiento		
	q_s		Ra	q_s		Ra
	Mj/m²	Mcal/m²		Mj/m³	Mcal/m³	
Jardines de infancia	300	72	Bajo			
Joyas, fabricación	200	48	Bajo			
Joyas, venta	300	72	Bajo			
Juguetes	500	120	Medio	800	192	Medio
Laboratorios bacteriológicos	200	48	Bajo			
Laboratorios de física	200	48	Bajo			
Laboratorios fotográficos	300	72	Medio			
Laboratorios metalúrgicos	200	48	Bajo			
Laboratorios odontológicos	300	72	Bajo			
Laboratorios químicos	500	120	Medio			
Láminas de hojalata	40	10	Bajo			
Lámparas de incandescencia	40	10	Bajo			
Lana de madera	500	120	Medio			
Lapiceros	500	120	Medio			
Lavadoras	300	72	Bajo	400	96	Bajo
Lavanderías	200	48	Bajo			
Leche condensada	200	48	Bajo			
Leche en polvo	200	48	Bajo	9.000	2.154	Alto
Legumbres frescas, venta	200	48	Bajo			
Legumbres secas	1.000	240	Alto	400	96	Medio
Leña				2.500	598	Alto
Levadura	800	192	Medio			
Librerías	1.000	240	Medio			
Licores	400	96	Medio	800	192	Medio
Licores, venta	700	168	Medio			
Limpieza química	300	72	Medio			
Linóleo	500	120	Medio			
Locales de desechos (diversas mercancías)	500	120	Medio			
Lúpulo				1.700	407	Alto
Madera de troncos				6.300	1.508	Alto
Madera, artículos de, barnizado	500	120	Medio			
Madera, artículos de, carpintería	700	168	Medio			
Madera, artículos de, ebanistería	700	168	Medio			

(Continúa)

Tabla 1.2. *(Continuación)*

ACTIVIDAD	Fabricación y venta			Almacenamiento		
	q_s		Ra	q_s		Ra
	Mj/m²	Mcal/m²		Mj/m³	Mcal/m³	
Madera, artículos de, expedición	600	144	Medio			
Madera, artículos de, impregnación	3.000	718	Alto			
Madera, artículos de, marquetería	500	120	Medio			
Madera, artículos de, pulimentado	200	48	Bajo			
Madera, artículos de, secado	800	192	Medio			
Madera, artículos de, serrado	400	96	Medio			
Madera, artículos de, tallado	600	144	Medio			
Madera, artículos de, torneado	500	120	Medio			
Madera, artículos de, troquelado	700	168	Medio			
Madera, mezclada o variada	800	192	Medio	4.200	1.005	Alto
Madera, restos de				2.500	598	Alto
Madera, vigas y tablas				4.200	1.002	Alto
Madera, virutas				2.100	503	Alto
Malta				13.400	3.206	Alto
Mantequilla	700	168	Medio			
Máquinas	200	48	Bajo			
Máquinas de coser	300	72	Bajo			
Máquinas de oficina	300	72	Bajo			
Marcos	300	72	Bajo			
Mármol, artículos de	40	10	Bajo			
Mataderos	40	10	Bajo			
Material de oficina	700	168	Medio	1.300	311	Alto
Materiales de construcción, almacén				800	192	Medio
Materiales usados, tratamiento	800	192	Medio	3.400	814	Alto
Materiales sintéticos	2.000	480	Alto	5.900	1.412	Alto
Materias sintéticas inyectadas	500	120	Medio			
Materias sintéticas, artículos de	600	144	Medio	800	192	Medio
Materias sintéticas, estampado	400	96	Bajo			
Materias sintéticas, soldadura de piezas	700	168	Medio			
Materias sintéticas, expedición	1.000	240	Alto			
Mecánica de precisión, taller	200	48	Bajo			
Médica, consulta	200	48	Bajo			
Medicamentos, embalaje	300	72	Bajo	800	192	Medio

(Continúa)

Tabla 1.2. *(Continuación)*

ACTIVIDAD	Fabricación y venta			Almacenamiento		
	q_s		Ra	q_s		Ra
	Mj/m²	Mcal/m²		Mj/m³	Mcal/m³	
Medicamentos, venta	800	192	Medio			
Melaza				5.000	1.197	Alto
Mercería, venta	700	168	Medio	1.400	336	Alto
Mermelada	800	192	Medio			
Metales preciosos	200	48	Bajo			
Metales, manufacturas en general	200	48	Bajo			
Metálicas, grandes construcciones	80	20	Bajo			
Minerales	40	10	Bajo			
Mostaza	400	96	Bajo			
Motocicletas	300	72	Bajo			
Motores eléctricos	300	72	Bajo			
Muebles de acero	300	72	Bajo			
Muebles de madera	500	120	Medio	800	192	Medio
Muebles de madera, barnizado	500	120	Medio			
Muebles, carpintería	600	144	Medio			
Muebles, tapizado sin espuma sintética	500	120	Medio	400	96	Bajo
Muebles, venta	400	96	Medio			
Muelles de carga con mercancías	800	192	Medio			
Municiones			Especial			Especial
Museos	300	72	Bajo			
Música, tienda de	300	72	Bajo			
Negro de humos, en sacos				12.600	3.015	Alto
Neumáticos	700	168	Medio	1.800	430	Alto
Neumáticos de automóviles	700	168	Medio	1.500	359	Alto
Nitrocelulosa			Especial	1.100	264	Alto
Oficinas comerciales	800	192	Medio			
Oficinas postales	400	96	Bajo			
Oficinas técnicas	600	144				
Orfebrería	200	48				
Oxígeno			Medio			
Paja prensada			Medio	800	192	Medio
Paja, artículos de	400	96	Medio			
Paja, embalajes de	400	96	Medio			

(Continúa)

Tabla 1.2. *(Continuación)*

ACTIVIDAD	Fabricación y venta			Almacenamiento		
	q_s		Ra	q_s		Ra
	Mj/m²	Mcal/m²		Mj/m³	Mcal/m³	
Paletas de madera	1.000	240	Alto	1.300	311	Alto
Palillos	500	120	Medio			
Panaderías industriales	1.000	240	Medio			
Panaderías, almacenes	300	72	Bajo			
Panaderías, laboratorios y hornos	200	48	Bajo			
Paneles de corcho	500	120	Medio			
Paneles de madera aglomerada	300	72	Medio	6.700	1.603	Alto
Panel madera aglomerada contrachapada	800	192	Medio			
Papel	200	48	Bajo	10.000	2.390	Alto
Papel, apresto	500	120	Medio			
Papel, desechos prensados				2.100	503	Alto
Papel, tratam. madera y mat. celulósicas	80	20	Medio			
Papel, tratamiento-fabricación	700	168	Medio			
Papel, viejo o granel				8.400	2.010	Alto
Papelería	800	192	Medio	1.100	264	Alto
Papelería, venta	700	168	Medio			
Paraguas	300	72	Bajo	400	96	Bajo
Paraguas, venta	300	72	Bajo			
Parquets	2.000	480	Alto	1.200	288	Alto
Pastas alimenticias	1.300	311	Alto	1.700	407	Alto
Pastas alimenticias, expedición	1.000	240	Alto			
Pegamentos combustibles	1.000	240	Alto	3.400	818	Alto
Pegamentos incombustibles	800	192	Medio			
Peletería, productos de	500	120	Medio	1.200	288	Medio
Peletería, venta	200	48	Bajo			
Películas, copias	600	144	Medio			
Películas, talleres de	300	72	Medio			
Perfumería, artículos de	300	72	Bajo	500	120	Medio
Perfumería, venta de artículos de	400	96	Bajo			
Persianas, fabricación de	800	192	Medio	300	72	Bajo
Piedras artificiales	40	10	Bajo			
Piedras de afilar	80	20	Bajo			
Piedras preciosas, tallado	80	20	Bajo			

(Continúa)

Tabla 1.2. *(Continuación)*

ACTIVIDAD	Fabricación y venta			Almacenamiento		
	q_s		Ra	q_s		Ra
	Mj/m²	Mcal/m²		Mj/m³	Mcal/m³	
Piedras refractarias, artículos de	200	48	Bajo			
Pieles, almacén				1.200	288	Medio
Pilas secas	400	96	Bajo	600	144	Medio
Pinceles	700	168	Medio			
Placas de fibras blandas	300	72	Bajo			
Placas de resina sintética	300	72	Bajo			
Planeadores	200	48	Medio			
Porcelana	200	48	Bajo			
Proceso de datos, sala de ordenador	400	96	Medio			
Productos de amianto	80	20	Bajo			
Productos de carnicería	40	10	Bajo			
Productos de lavado (lejía)	300	72	Bajo	200	48	Bajo
Producto de lavado (lejía materia prima)				500	120	Medio
Productos de reparación de calzado	800	192	Medio	2.100	503	Alto
Productos farmacéuticos	200	48	Medio			
Productos lácteos	200	48	Bajo			
Prod. laminados, salvo chapa y alambre	100	24	Bajo			
Productos químicos combustibles	300	72	Alto	1.000	240	Alto
Puertas de madera	800	192	Medio	1.800	431	Alto
Puertas plásticas	700	168	Medio	4.200	1.005	Alto
Quesos	100	24	Medio	2.500	598	Alto
Quioscos de periódicos	1.300	311	Alto			
Radio, estudio de	300	72	Bajo			
Radiología, gabinete de	200	48	Bajo			
Refinerías de petróleo						
Refrigeradores	1.000	240	Alto	300	72	Bajo
Rejillas, asientos y respaldos	400	96	Bajo			
Relojes	300	72	Bajo	400	96	Bajo
Relojes, reparación de	300	72	Bajo			
Relojes, venta	300	72	Bajo			
Resinas naturales	3.300	790	Alto			
Resinas sintéticas	3.400	814	Alto	4.200	1.005	Alto
Resinas sintéticas, placas de	800	192	Medio	3.400	814	Alto

(Continúa)

Tabla 1.2. *(Continuación)*

ACTIVIDAD	Fabricación y venta			Almacenamiento		
	q_s		Ra	q_s		Ra
	Mj/m²	Mcal/m²		Mj/m³	Mcal/m³	
Restaurantes	300	72	Bajo			
Revestimientos de suelos combustibles	500	120	Medio	6.000	1.436	Alto
Revestim. suelos combustibles. Venta	1.000	240	Alto			
Rodamientos o cojinetes de bolas	200	48	Bajo			
Sacos de papel	800	96	Medio	12.600	3.015	Alto
Sacos de yute	500	120	Medio	800	192	Medio
Sacos de plástico	600	144	Alto	25.200	6.029	Alto
Salas de juego	100	24	Bajo			
Salinas, productos de	80	20	Bajo			
Servicios de mesa	200	48	Bajo			
Silos						
Skies	400	96	Medio	1.700	407	Alto
Sombrererías	500	120	Medio			
Sosa	40	10	Bajo			
Sótanos, bodegas de casas residenciales	900	216	Bajo			
Tabaco en bruto				1.700	407	Alto
Tabaco, artículos del	200	48	Medio	2.100	503	Alto
Tabaco, venta de artículos	500	120	Medio			
Talco	40	10	Bajo			
Tallado de piedra	40	10	Bajo			
Talleres de enchapado	800	192	Medio	2.900	694	Medio
Talleres de guarnicionería	300	72	Bajo			
Talleres de pintura	500	120	Medio			
Talleres de reparación	400	96	Bajo			
Talleres eléctricos	600	144	Medio			
Talleres mecánicos	200	48	Bajo			
Tapicerías	800	192	Medio			
Tapicerías, artículos de	300	72	Medio	1.000	240	Alto
Tapices	600	144	Medio	1.700	407	Alto
Tapices, tintura	500	120	Medio			
Tapices, venta	800	192	Medio			
Teatros	300	72	Bajo			
Teatros, bastidores				1.100	264	Alto

(Continúa)

Tabla 1.2. *(Continuación)*

ACTIVIDAD	Fabricación y venta			Almacenamiento		
	q_s		Ra	q_s		Ra
	Mj/m²	Mcal/m²		Mj/m³	Mcal/m³	
Tejares, cocción	40	10	Bajo			
Tejares, hornos secado, estanter. madera	1.000	240	Medio			
Tejares, hornos secado, estanter. metál.	40	10	Bajo			
Tejares, prensado	200	48	Bajo			
Tejares, preparación de arcilla	40	10	Bajo			
Tejares, secadero, estanterías madera	400	96	Bajo			
Tejares, secadero, estanterías metál.	40	10	Bajo			
Tejidos de rafia	400	96	Medio			
Tejidos en general, almacén				2.000	480	Alto
Tejidos sintéticos	300	72	Medio	1.300	311	Alto
Tejidos cáñamo, yute, lino				1.300	311	Alto
Tejidos, depósito de balas de algodon				1.300	311	Alto
Tejidos, seda artificial	300	72	Medio	1.000	240	Alto
Teléfonos	400	96	Medio	200	48	Bajo
Teléfonos, centrales de	80	20	Medio			
Televisión, estudios de	300	72	Medio			
Textiles				1.000	240	Alto
Textiles, apresto	300	72	Bajo	1.100	264	Alto
Textiles, artículos de				600	144	Medio
Textiles, bajos de prensas	300	72	Bajo	1.000	240	Alto
Textiles, blanqueado	500	120	Medio			
Textiles, bordado	300	72	Bajo	1.300	311	Alto
Textiles, calandrado	500	120	Medio			
Textiles, confección	300	72	Bajo			
Textiles, corte	500	120	Medio			
Textiles, de lino				1.300	311	Alto
Textiles, de yute	400	96	Bajo	1.300	311	Alto
Textiles, embalaje	600	144	Medio			
Textiles, encajes				600	144	Medio
Textiles, estampado	700	168	Medio			
Textiles, expedición	600	144	Medio			
Textiles, forros	700	168	Medio			
Textiles, lencería	500	120	Medio	600	144	Medio

(Continúa)

Tabla 1.2. *(Continuación)*

ACTIVIDAD	Fabricación y venta			Almacenamiento		
	q_s		Ra	q_s		Ra
	Mj/m²	Mcal/m²		Mj/m³	Mcal/m³	
Textiles, mantas	500	120	Medio	1.900	455	Alto
Textiles, prendas de vestir	500	120	Medio	400	96	Bajo
Textiles, preparación	300	72	Medio			
Textiles, preparación	300	72	Medio			
Textiles, ropa de cama	500	120	Medio			
Textiles, tejidos (fabricación)	300	72	Medio			
Textiles, teñido	500	120	Medio			
Textiles, tricotado	300	72	Bajo	1.300	311	Alto
Textiles, venta	600	144	Medio			
Tintas	200	48	Bajo			
Tintas de imprenta	700	168	Medio	3.000	718	Alto
Tintorerías	500	120	Medio			
Tocadiscos	300	72	Bajo	200	48	Bajo
Toldos o lonas	300	72	Bajo	1.000	240	Bajo
Toneles de madera	1.000	240	Alto	800	192	Medio
Toneles de plástico	600	144	Medio	800	192	Medio
Torneado de piezas de cobre/bronce	300	72	Bajo			
Tractores	300	72	Bajo			
Trajes	500	120	Medio	400	96	Bajo
Trajes, venta	600	144	Medio			
Transformadores	300	72	Medio			
Transformadores, bobinado	600	144	Medio			
Transformadores, estación de	300	72	Medio			
Tubos fluorescentes	300	72	Bajo			
Turba, productos de						
Vagones, fabricación de	200	48	Bajo			
Vehículos	300	72	Medio			
Velas de cera	1.300	311	Alto	22.400	5.359	Alto
Venta por correspondencia, empresas de	400	96	Medio			
Ventanas de madera	800	192	Medio			
Ventanas de plástico	600	144	Medio			
Vidrio	80	20	Bajo			
Vidrio, plano, fábrica de	700	168	Bajo			

(Continúa)

Tabla 1.2. *(Continuación)*

ACTIVIDAD	Fabricación y venta			Almacenamiento		
	q_s		Ra	q_s		Ra
	Mj/m²	Mcal/m²		Mj/m³	Mcal/m³	
Vidrio, artículos de	200	48	Medio			
Vidrio, expedición	700	168	Bajo			
Vidrio, talleres de soplado	200	48	Medio			
Vidrio, tintura de	300	72	Medio			
Vidrio, tratamiento de	200	48	Medio			
Vidrio, venta de artículos de	200	48	Bajo			
Vinagre, producción de	80	23	Bajo	100	24	Bajo
Vulcanización	1.000	240	Alto			
Yeso	80	20	Bajo			
Zulaque de vidrieros	1.000	240	Alto	1.300	311	Alto
Zumos de fruta	200	48	Bajo	300	72	Bajo

Tabla 1.3.

Nivel de riesgo intrínseco		Densidad de carga de fuego ponderada y corregida	
		Mcal/m²	MJ/m²
BAJO	1	$Q_s \leq 100$	$Q_s \leq 425$
	2	$100 < Q_s \leq 200$	$425 < Q_s \leq 850$
MEDIO	3	$200 < Q_s \leq 300$	$850 < Q_s \leq 1.700$
	4	$300 < Q_s \leq 400$	$1.275 < Q_s \leq 1.700$
	5	$400 < Q_s \leq 800$	$1.700 < Q_s \leq 3.400$
ALTO	6	$800 < Q_s \leq 1.600$	$3.400 < Q_s \leq 6.800$
	7	$1.600 < Q_s \leq 3.200$	$6.800 < Q_s \leq 13.600$
	8	$3.200 < Q_s$	$13.600 < Q_s$

Tabla 1.4. Poder calorífico (q) de diversas sustancias

Producto	MJ/Kg	Mcal/Kg	Producto	MJ/Kg	Mcal/Kg	Producto	MJ/Kg	Mcal/Kg
Aceite de algodón	37,2	9	Carbón	31,4	07,5	Leche en polvo	16,7	4
Aceite de creosota	37,2	9	Carbono	33,5	8	Lino	16,7	4
Aceite de lino	37,2	9	Cartón	16,7	4	Linoleum	2,1	00,5
Aceite mineral	42	10	Cartón asfáltico	21	5	Madera	16,7	4
Aceite de oliva	42	10	Celuloide	16,7	4	Magnesio	25,1	6
Aceite de parafina	42	10	Celulosa	16,7	4	Malta	16,7	4
Acetaldehído	25,1	6	Cereales	16,7	4	Mantequilla	37,2	9
Acetamida	21	5	Chocolate	25,1	6	Metano	50,2	12
Acetato de amilo	33,5	8	Cicloheptano	46	11	Monóxido de carbono	8,4	2
Acetato de polivinilo	21	5	Ciclohexano	46	11	Nitrito de acetona	29,3	7
Acetona	29,3	7	Ciclopentano	46	11	Nitrocelulosa	8,4	2
Acetileno	50,2	12	Ciclapropano	50,2	12	Octano	46	11
Acetileno disuelto	16,7	4	Cloruro de polivinilo	21	5	Papel	16,7	4
Ácido acético	16,7	4	Cola celulósica	37,2	9	Parafina	46	11
Ácido benzoico	25,1	6	Coque de hulla	29,3	7	Pentano	50,2	12
Acroleína	29,3	7	Cuero	21	5	Petróleo	42	10
Aguarrás	42	10	Dietilamina	42	10	Poliamida	29,3	7
Albúmina vegetal	25,1	6	Dietilcetona	33,5	8	Policarbonato	29,3	7
Alcanfor	37,2	9	Dietiléter	37,2	9	Poliéster	25,1	6
Alcohol atílico	33,5	8	Difenil	42	10	Poliestireno	42	10
Alcohol amélico	42	10	Dinamita (75%)	4,2	1	Polietileno	42	10
Alcohol butílico	33,5	8	Dipenteno	46	11	Polisobutelino	46	11

(Continúa)

Tabla 1.4. *(Continuación)*

Producto	MJ/Kg	Mcal/Kg	Producto	MJ/Kg	Mcal/Kg	Producto	MJ/Kg	Mcal/Kg
Alcohol cetílico	42	10	Ebonita	33,5	8	Politetrafluoretileno	4,2	1A
Alcohol etílico	25,1	6	Etano	50,2	12	Poliuetano	25,1	6
Alcohol metílico	21	5	Éter amílico	42	10	Propano	46	11
Almidón	16,7	4	°eter etílico	33,5	8	Rayón	16,7	4
Anhídrido acético	16,7	4	Fibra de coca	25,1	6	Resina de pino	42	10
Anilina	37,2	9	Fenol	33,5	8	Resina de fenol	25,1	6
Antraceno	42	10	Fósforo	25,1	6	Resina de urea	21	5
Antracita	33,5	8	Furano	25,1	6	Seda	21	5
Azúcar	16,7	4	Gasóleo	42	10	Sisal	16,7	4
Azufre	8,4	2	Glicerina	16,7	4	Sodio	4,2	1
Benzaldehído	33,5	8	Grasas	42	10	Sulfuro de carbono	12,5	3
Bencina	42	10	Gutapercha	46	11	Tabaco	16,7	4
Benzol	42	10	Harina de trigo	16,7	4	Té	16,7	4
Benzofena	33,8	8	Heptano	46	11	Tetralina	46	11
Butano	46	11	Hexametileno	46	11	Toluol	42	10
Cacao en polvo	16,7	4	Hexano	46	11	Triacetato	16,7	4
Café	16,7	4	Hidrógeno	142	34	Turba	33,5	8
Cafeína	21	5	Hidruro de magnesio	16,7	4	Urea	8,4	2
Calcio	4,2	1	Hidruro de sodio	8,4	2	Viscosa	16,7	4
Caucho	42	10	Lana	21	5			

Tabla 14. Normativa UNE aplicable

Norma UNE	Descripción
UNE EN 671-1:1995	Instalaciones fijas de extinción de incendios. Sistemas equipados con mangueras. Parte 1: Bocas de incendios equipadas con mangueras semirrígidas.
UNE EN 671-2:1995	Instalaciones fijas de extinción de incendios. Sistemas equipados con mangueras. Parte 2: Bocas de incendios equipadas con mangueras planas.
UNE 20.062:1993 1R	Aparatos autónomos para alumbrado de emergencia con lámparas de incadescencia. Prescripciones de funcionamiento.
UNE 20.392:1993 1R	Aparatos autónomos para alumbrado de emergencia con lámparas de fluorescencia. Prescripciones de funcionamiento.
UNE 23.007/1:1996	Sistemas de detección y alarma de incendio. Parte 1: Introducción.
UNE 23.007/2:1998	Sistemas de detección y de alarma de incendio. Parte 2: Equipos de control e indicación.
UNE 23.007/4:1998	Sistemas de detección y de alarma de incendio. Parte 4: Equipos de suministro de alimentación.
UNE 23.007/5:1978	Componentes de los sistemas de detección automática de incendios. Parte 5: Detectores de calor. Detectores puntuales que contienen un elemento estático.
UNE 23.007/5:1990 1.ª modificación	Componentes de los sistemas de detección automática de incendios. Parte 5: Detectores de calor. Detectores puntuales que contienen un elemento estático.
UNE 23.007/6:1993	Componentes de los sistemas de detección automática de incendios. Parte 6: Detectores térmicos termovelocimétricos puntuales sin elemento estático.
UNE 23.007/7:1993	Componentes de los sistemas de detección automática de incendios. Parte 7: Detectores puntuales de humos. Detectores que funcionan según el principio de difusión o transmisión de la luz o de ionización.
UNE 23.007/8:1993	Componentes de los sistemas de detección automática de incendios. Parte 8: Detectores de calor con umbrales de temperatura elevada.

(Continúa)

Tabla 14. Normativa UNE aplicable *(Continuación)*

Norma UNE	Descripción
UNE 23.007/9:1993	Componentes de los sistemas de detección automática de incendios. Parte 9: Ensayos de sensibilidad ante hogares tipo.
UNE 23.007/10:1996	Sistemas de detección y de alarma de incendios. Parte 10: Detectores de llamas.
UNE 23.007/14:1996	Sistemas de detección y de alarma de incendios. Parte 14: Planificación, diseño, instalación, puesta en servicio, uso y mantenimiento.
UNE 23 033-1:1981	Seguridad contra incendios. Señalización.
UNE 23 034:1988	Seguridad contra incendios. Señalización de seguridad. Vías de evacuación.
UNE 23.035-1:1995	Seguridad contra incendios. Señalización fotolumiscente Medida y calificación.
UNE 23.091/1:1989	Mangueras de impulsión para la lucha contra incendios. Parte 1: Generalidades.
UNE 23.091/2A:1996	Mangueras de impulsión para la lucha contra incendios. Parte 2 A: Manguera flexible plana para servicio ligero de diámetros 45 milímetros y 70 milímetros.
UNE 23.091/2B:1981	Mangueras de impulsión para la lucha contra incendios. Parte 2 B: Manguera flexible plana para servicio duro de diámetros 25, 45, 70 y 100 milímetros.
UNE 23.091/3A:1996	Mangueras de impulsión para la lucha contra incendios. Parte 3 A: Manguera semirrígida para servicio normal de 25 milímetros de diámetro.
UNE 23.091/4:1990	Mangueras de impulsión para la lucha contra incendios. Parte 4: Descripción de procesos y aparatos para pruebas y ensayos.
UNE 23.091/4:1994 1.ª modificación.	Mangueras de impulsión para la lucha contra incendios. Parte 4: Descripción de procesos y aparatos para pruebas y ensayos.
UNE 23.091/4:1996 2.ª modificación	Mangueras de impulsión para la lucha contra incendios. Parte 4: Descripción de procesos y aparatos para pruebas y ensayos.

(Continúa)

Tabla 14. Normativa UNE aplicable *(Continuación)*

Norma UNE	Descripción
UNE 23.093:1981 1R	Ensayos de la resistencia al fuego de las estructuras y elementos de la construcción.
UNE 23.110/1:1996	Extintores portátiles de incendios. Parte 1: Designación. Duración de funcionamiento: Hogares tipo de las clases A y B.
UNE 23.110/2:1996	Extintores portátiles de incendios. Parte 2: Estanqueidad. Ensayo dieléctrico. Ensayo de asentamiento. Disposiciones especiales.
UNE 23.110/3:1994	Extintores portátiles de incendios. Parte 3: Construcciones, resistencia a la presión y ensayos mecánicos.
UNE 23.110/4:1996	Extintores portátiles de incendios. Parte 4: Cargas, hogares mínimos exigibles.
UNE 23.110/5:1996	Extintores portátiles de incendios. Parte 5: Especificaciones y ensayos complementarios.
UNE 23.110/6:1996	Extintores portátiles de incendios. Parte 6: Procedimientos para la evaluación de la conformidad de los extintores portátiles con la Norma EN 3, partes 1 a 5.
UNE 23.400/1:1998	Material de lucha contra incendios. Racores de conexión de 25 milímetros.
UNE 23.400/2:1998	Material de lucha contra incendios. Racores de conexión de 45 milímetros.
UNE 23.400/3 1998	Material de lucha contra incendios. Racores de conexión de 70 milímetros.
UNE 23.400/4:1998	Material de lucha contra incendios. Racores de conexión de 100 milímetros.
UNE 23.400/5:1998	Material de lucha contra incendios. Racores de conexión. Procedimientos de verificación.
UNE 23.405:1990	Hidrante de columna seca.
UNE 23.406:1990	Lucha contra incendios. Hidrante de columna húmeda.
UNE 23.407:1990	Lucha contra incendios. Hidrante bajo nivel de tierra.
UNE 23.500:1990	Sistemas de abastecimiento de agua contra incendios.

(Continúa)

Tabla 14. Normativa UNE aplicable *(Continuación)*

Norma UNE	Descripción
UNE 23.501:1988	Sistemas fijos de agua pulverizada. Generalidades.
UNE 23.502:1986	Sistemas fijos de agua pulverizada. Componentes del sistema.
UNE 23.503:1989	Sistemas fijos de agua pulverizada. Diseño e instalación.
UNE 23.504:1986	Sistemas fijos de agua pulverizada. Ensayos de recepción.
UNE 23.505:1986	Sistemas fijos de agua pulverizada. Ensayos periódicos y mantenimiento.
UNE 23.506:1989	Sistemas fijos de agua pulverizada. Planos, especificaciones y cálculos hidráulicos.
UNE 23.507:1989	Sistemas fijos de agua pulverizada. Equipos de detección automática.
UNE 23.521:1990	Sistemas de extinción por espuma física de baja expansión. Generalidades.
UNE 23.522:1983	Sistemas de extinción por espuma física de baja expansión. Sistemas fijos para protección de riesgos interiores.
UNE 23.523:1984	Sistemas de extinción por espuma física de baja expansión. Sistemas fijos para protección de riesgos exteriores. Tanques de almacenamiento de combustibles líquidos.
UNE 23.524:1983	Sistemas de extinción por espuma física de baja expansión. Sistemas fijos para protección de riesgos exteriores. Espuma pulverizada.
UNE 23.525:1983	Sistemas de extinción por espuma física de baja expansión. Sistemas para protección de riesgos exteriores. Monitores lanza y torres de espuma.
UNE 23.526:1984	Sistemas de extinción por espuma física de baja expansión. Ensayos de recepción y mantenimiento.
UNE 23.541:1979	Sistemas fijos de extinción por polvo. Generalidades.
UNE 23.542:1979	Sistemas fijos de extinción por polvo. Sistemas de inundación total.
UNE 23.543:1979	Sistemas fijos de extinción por polvo. Sistemas de aplicación local.

(Continúa)

Tabla 14. Normativa UNE aplicable *(Continuación)*

Norma UNE	Descripción
UNE 23.544:1979	Sistemas fijos de extinción por polvo. Sistemas de mangueras manuales.
UNE 23.590:1998	Protección contra incendios. Sistemas de rociadores automáticos. Diseño e instalación.
UNE 23.595-1:1995	Protección contra incendios. Sistemas de rociadores automáticos. Parte 1: Rociadores.
UNE 23.595-2:1995	Protección contra incendios. Sistemas de rociadores automáticos. Parte 2: Puestos de control y cámaras de retardo para sistemas de tubería mojada.
UNE 23.595-3:1995	Protección contra incendios. Sistemas de rociadores automáticos. Parte 3: Conjuntos de válvula de alarma para sistemas de tubería seca.
UNE 23.727:1990 1R	Ensayos de reacciones al fuego de los materiales de construcción. Clasificación de los materiales utilizados en la construcción.
UNE 23.735-2:1994 Experimental	Ensayos de reacción al fuego de los materiales de construcción. Procesos de envejecimiento acelerado, Parte 2: Materiales textiles utilizados al abrigo de la intemperie.
UNE 23.801:1979	Ensayo de resistencia al fuego de elementos de construcción vidriados.
UNE 23.802:1979	Ensayos de resistencia al fuego de puertas y otros elementos de cierre de huecos.
UNE 23.820:1993 Experimental	Métodos de ensayo para determinar la estabilidad al fuego de las estructuras de acero protegidas.
UNE-EN 60598-2-22:1993 (EN 60598-2-22-1990)	Luminarias. Parte 2:Requisitos particulares. Sección 22: Luminarias para alumbrado de emergencia.
UNE 81.501:1981	Señalización de seguridad en los lugares de trabajo.

10. PLAN DE AUTOPROTECCIÓN

Para que la protección contra incendios sea integral, es absolutamente necesario la creación de un plan de emergencia que comprenda la organización de los medios humanos y materiales disponibles para la prevención del riesgo de incendio, así como para garantizar la evacuación y la intervención inmediata.

Este plan de emergencia ha de adaptarse a lo indicado en el Real Decreto 393/2007, de 23 de marzo, modificado por el RD 1468/2008, de 5 de septiembre, por el que se aprueba la Norma Básica de Autoprotección que afecta a los centros, establecimientos y dependencias dedicados a actividades que puedan dar origen a situaciones de emergencias. Esta norma tiene como objeto el establecimiento de los criterios esenciales, de carácter mínimo, para la regulación de la autoprotección, para la definición de las actividades a las que obliga, y para la elaboración, implantación material efectiva y mantenimiento de la eficacia del Plan de Autoprotección.

Se entiende como autoprotección al sistema de acciones y medidas encaminadas a prevenir y controlar los riesgos sobre las personas y los bienes, a dar respuesta adecuada a las posibles situaciones de emergencia y a garantizar la integración de estas actuaciones con el sistema público de protección civil. Estas acciones y medidas deben ser adoptadas por los titulares de las actividades, públicas o privadas, con sus propios medios y recursos, dentro de su ámbito de competencia.

Las disposiciones de la Norma Básica de Autoprotección se aplicarán a todas las actividades comprendidas en la siguiente lista (con carácter supletorio en el caso de las Actividades con Reglamentación Sectorial Específica).

1. Actividades con reglamentación sectorial específica

a) Actividades industriales, de almacenamiento y de investigación:

- Establecimientos en los que Intervienen Sustancias Peligrosas: Aquellos en los que están presentes sustancias peligrosas en cantidades iguales o superiores a las especificadas en la columna 2 de las partes 1 y 2 del anexo I del Real Decreto 1254/1999, de 16 de julio, y el Real Decreto 948/2005 de 29 de julio, que lo modifica por el que se aprueban medidas de control de los riesgos inherentes a los accidentes graves en los que intervienen sustancias peligrosas.
- Las actividades de almacenamiento de productos químicos acogidas a las instrucciones Técnicas complementarias y en las cantidades siguientes:

  — ITC APQ-1, de capacidad mayor a 200 m^3.
  — ITC APQ-2 , de capacidad mayor a 1 t.
  — ITC APQ-3, de capacidad mayor a 4 t.

  — ITC APQ-4, de capacidad mayor a 3 t.
  — ITC APQ-5, de categoría 4 ó 5.
  — ITC APQ-6, de capacidad mayor a 500 m^3.
  — ITC APQ-7, de capacidad mayor a 200 m^3.
  — ITC APQ-8, de capacidad mayor a 200 t.

- Establecimientos en los que intervienen explosivos: Aquellos regulados en la Orden PRE/252/2006 de 6 de febrero por la que se actualiza la Instrucción Técnica Complementaria número 10 sobre prevención de accidentes graves del Reglamento de Explosivos, aprobado por el Real Decreto 230/1998, de 16 de febrero.
- Actividades de Gestión de Residuos Peligrosos: Aquellas actividades de Recogida, Almacenamiento, Valorización o Eliminación de Residuos Peligrosos, de acuerdo con lo establecido en la Ley 10/1998, de 21 de abril, de residuos.
- Explotaciones e industrias relacionadas con la minería: Aquellas reguladas por el Real Decreto 863/1985, de 2 de abril, por el que se aprueba el Reglamento General de Normas Básicas de Seguridad Minera y por sus Instrucciones Técnicas Complementarias.
- Instalaciones de Utilización Confinada de Organismos Modificados Genéticamente: Las clasificadas como actividades de riesgo alto (tipo 4) en el Real Decreto 178/2004, de 30 de enero, por el que se aprueba el Reglamento General para el desarrollo y ejecución de la Ley 9/2003, de 25 de abril, por la que se establece el régimen jurídico de la utilización confinada, liberación voluntaria y comercialización de organismos modificados genéticamente.
- Instalaciones para la Obtención, Transformación, Tratamiento, Almacenamiento y Distribución de Sustancias o Materias Biológicas Peligrosas: Las instalaciones que contengan agentes biológicos del grupo 4, determinados en el Real Decrteo 664/1997, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes biológicos durante el trabajo.

b) Actividades de infraestructuras de transporte:

- Túneles. R.D. 635/2006, de 26 de mayo, sobre requisitos mínimos de seguridad en los túneles de carreteras del Estado.
- Puertos Comerciales: Los puertos de interés general con uso comercial y sus usos complementarios o auxiliares definidos en la Ley 48/2003, de 26 de noviembre, de régimen económico y de prestación de servicios de los puertos de interés general.

- Aeropuertos, aeródromos y demás instalaciones aeroportuarias: Aquellos regulados por la ley 21/2003, de 7 de julio, de Seguridad Aeroportuaria y por la normativa internacional Normas y Recomendaciones de la Organización de la Aviación Civil Internacional -OACI) y nacional de la Dirección General de Aviación Civil aplicable.

c) Actividades e infraestructuras energéticas:

- Instalaciones Nucleares y Radiactivas: Las reguladas por el Real Decreto 1836/1999, de 3 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento sobre Instalaciones Nucleares y Radiactivas.
- Infraestructuras Hidráulicas (Presas y Embalses): Las clasificadas como categorías A y B en la Orden, de 12 de marzo de 1996, por la que se aprueba el Reglamento Técnico sobre Seguridad de Presas y Embalses, así como en la Resolución, de 31 de enero de 1995, por la que se dispone la publicación del Acuerdo del Consejo de Ministros por el que se aprueba la Directriz Básica de Planificación de Protección Civil ante el riesgo de Inundaciones.

d) Actividades de espectáculos públicos y recreativas. Lugares, recintos e instalaciones en las que se celebren los eventos regulados por la normativa vigente en materia de Espectáculos Públicos y Actividades Recreativas, siempre que cumplan con las siguientes características:

- En espacios cerrados:
  - — Edificios cerrados: Con capacidad o aforo igual o superior a 2.000 personas, o con una altura de evacuación igual o superior a 28 m.
  - — Instalaciones cerradas desmontables o de temporada: con capacidad o aforo igual o superior a 2.500 personas.
- Al aire libre: En general, aquellos con una capacidad o aforo igual o superior a 20.000 personas.

e) Otras actividades reguladas por normativa sectorial de autoprotección. Aquellas otras actividades desarrolladas en centros, establecimientos, espacios, instalaciones o dependencias o medios análogos sobre los que una normativa sectorial específica establezca obligaciones de autoprotección en los términos definidos en esta Norma Básica de Autoprotección.

2. Actividades sin reglamentación sectorial específica

a) Actividades industriales y de almacenamiento:

- Aquellas con una carga de fuego ponderada y corregida igual o superior a 3.200 Mcal/m^2 o 13.600 MJ/m2, (riesgo intrínseco alto 8, según la tabla 1.3 del Anexo I del Real Decreto 2267/2004, de 3 de diciembre, por el que aprueba el Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales) o aquellas en las que estén presentes sustancias peligrosas en cantidades iguales o superiores al 60% de las especificadas en la columna 2 de las partes 1 y 2 del anexo 1 del Real Decreto 1254/1999, de 16 de julio, modificado por el RD 948/2005, de 29 de julio, por el que se aprueban medidas de control de los riesgos inherentes a los accidentes graves en los que intervienen sustancias peligrosas.
- Instalaciones frigoríficas con líquidos refrigerantes del segundo y tercer grupo cuando superen las cantidades totales empleadas en 3 T.
- Establecimientos con instalaciones acogidas a las ITC IP02, IP03 e IP 04 con más de 500 m^3.

b) Actividades e infraestructuras de transporte:

- Estaciones e intercambiadores de transporte terrestre, con una ocupación igual o superior a 1.500 personas.
- Líneas ferroviarias metropolitanas.
- Túneles ferroviarios de longitud igual o superior a 1.000 m.
- Autopistas de peaje.
- Áreas de estacionamiento para el transporte de mercancías peligrosas por carretera y ferrocarril.
- Puertos comerciales.

c) Actividades e infraestructuras energéticas:

- Centros o Instalaciones destinados a la Producción de Energía Eléctrica: con potencia nominal igual o superior a 300 MW.
- Instalaciones de generación y transformación de energía eléctrica en alta tensión.

d) Actividades sanitarias:

- Establecimientos de usos sanitarios en los que se prestan cuidados médicos en régimen de hospitalización y/o tratamiento intensivo o quirúrgico, con una disponibilidad igual o superior a 200 camas.
- Cualquier otro establecimiento de uso sanitario que disponga de una altura de evacuación igual o superior a 28 m, o de una ocupación igual o superior a 2.000 personas.

e) Actividades docentes:

- Establecimientos de uso docente especialmente destinados a personas discapacitadas físicas o psíquicas o a otras personas que no puedan realizar una evacuación por sus propios medios.
- Cualquier otro establecimiento de uso docente siempre que disponga una altura de evacuación igual o superior a 28 m, o de una ocupación igual o superior a 2.000 personas.

f) Actividades residenciales públicas:

- Establecimientos de uso residencial público: Aquellos en los que se desarrollan actividades de residencia o centros de día destinados a ancianos, discapacitados físicos o psíquicos, o aquellos en los que habitualmente existan ocupantes que no puedan realizar una evacuación por sus propios medios y que afecte a 100 o más personas.
- Cualquier otro establecimiento de uso residencial público siempre que disponga una altura de evacuación igual o superior a 28 m, o de una ocupación igual o superior a 2.000 personas.

g) Otras actividades:

- Aquellas otras actividades desarrolladas en centros, establecimientos, espacios, instalaciones o dependencias o medios análogos que reúnan alguna de las siguientes características:
  - — Todos aquellos edificios que alberguen actividades comerciales, administrativas, de prestación de servicios, o de cualquier otro tipo, siempre que la altura de evacuación del edificio sea igual o superior a 28 m, o bien dispongan de una ocupación igual o superior a 2.000 personas. Instalaciones cerradas desmontables o de temporada con capacidad igual o superior a 2.500 personas. Instalaciones de camping con capacidad igual o superior a 2.000 personas.
  - — Todas aquellas actividades desarrolladas al aire libre con un número de asistentes previsto igual o superior a 20.000 personas.

No obstante, las Administraciones Públicas competentes podrán exigir la elaboración e implantación de planes de autoprotección a los titulares de actividades no incluidas en la lista anterior, cuando presenten un especial riesgo o vulnerabilidad.

Cuando las instalaciones o actividades a las que se refiere esta norma básica dispongan de reglamentación específica propia que regule su régimen de autorizaciones, los procesos de control administrativo y técnico de sus Planes de Emergencia Interior responderán a lo dispuesto en la citada reglamentación específica.

10.1. Plan de autoprotección

El plan de autoprotección es el documento que establece el marco orgánico y funcional previsto para un centro, establecimiento, espacio, instalación o dependencia, con el objeto de prevenir y controlar los riesgos sobre las personas y los bienes y dar respuesta adecuada a las posibles situaciones de emergencia, en la zona bajo responsabilidad del titular de la actividad, garantizando la integración de éstas actuaciones con el sistema público de protección civil. El plan de autoprotección aborda la identificación y evaluación de los riesgos, las acciones y medidas necesarias para la prevención y control de riesgos, así como las medidas de protección y otras actuaciones a adoptar en caso de emergencia. Su elaboración, implantación, mantenimiento y revisión es responsabilidad del titular de la actividad.

- Los planes de autoprotección previstos por la norma básica de autoprotección y aquellos otros instrumentos de prevención y autoprotección impuestos por otra normativa aplicable, podrán fusionarse en un documento único cuando dicha unión permita evitar duplicaciones innecesarias de la información y la repetición de los trabajos realizados por el titular o la autoridad competente, siempre que se cumplan todos los requisitos esenciales de la presente norma y de las demás aplicables.

- En el caso de actividades temporales realizadas en centros, establecimientos, instalaciones y/o dependencias, que dispongan de autorización para una actividad distinta de la que se pretende realizar e incluida en la lista de actividades afectadas por la norma básica de autoprotección, el organizador de la actividad temporal estará obligado a elaborar e implantar, con carácter previo al inicio de la nueva actividad, un plan de autoprotección complementario.
- Los centros, establecimientos, espacios, instalaciones y dependencias que deban disponer de plan de autoprotección deberán integrar en su plan los planes de las distintas actividades que se encuentren físicamente en el mismo, así como contemplar el resto de actividades no incluidas en la Norma Básica de Autoprotección.
- En los centros, establecimientos, espacios, instalaciones y dependencias del apartado anterior se podrá admitir un plan de autoprotección integral único, siempre que se contemple todos los riesgos particulares de cada una de las actividades que contengan.
- Los titulares de las distintas actividades, en régimen de arrendamiento, concesión o contrata, que se encuentren físicamente en los centros, establecimientos, espacios, instalaciones y dependencias que deban disponer de plan de autoprotección, de acuerdo con lo establecido en la lista anterior, deberán elaborar, implantar e integrar sus planes, con sus propios medios y recursos.
- El plan de autoprotección deberá acompañar a los restantes documentos necesarios para el otorgamiento de la licencia, permiso o autorización necesaria para el comienzo de la actividad.
- Los datos de los planes de autoprotección relevantes para la protección civil, deberán ser inscritos en un registro administrativo. A tal fin, los titulares de las actividades remitirán al órgano encargado de dicho registro los referidos datos y sus modificaciones.
- El titular del establecimiento que ya tenga elaborado un instrumento de prevención y autoprotección en base a otra normativa, deberá añadirle aquella parte del Anexo II de la norma básica que no esté contemplada en dicho instrumento.
- El documento del plan de autoprotección incluirá todos los procedimientos y protocolos necesarios para reflejar las actuaciones preventivas y de respuesta a la emergencia.

- El plan de autoprotección habrá de estar redactado y firmado por un técnico competente, capacitado para dictaminar sobre aquellos aspectos relacionados con la autoprotección frente a los riesgos a los que esté sujeta la actividad, y suscrito igualmente por el titular de la actividad, si es una persona física, o por persona que le represente si es una persona jurídica.
- Se designará, por parte del titular de la actividad, una persona como responsable única para la gestión de las actuaciones encaminadas a la prevención y el control de riesgos.
- Los procedimientos preventivos y de control de riesgos que se establezcan, tendrán en cuenta, al menos, los siguientes aspectos:

  1. Precauciones, actitudes y códigos de buenas prácticas a adoptar para evitar las causas que puedan originar accidentes o sucesos graves.
  2. Permisos especiales de trabajo para la realización de operaciones o tareas que generen riesgos.
  3. Comunicación de anomalías o incidencias al titular de la actividad.
  4. Programa de las operaciones preventivas o de mantenimiento de las instalaciones, equipos, sistemas y otros elementos de riesgo, que garantice su control.
  5. Programa de mantenimiento de las instalaciones, equipos, sistemas y elementos necesarios para la protección y seguridad, que garantice la operatividad de los mismos.

- Se establecerá una estructura organizativa y jerarquizada, dentro de la organización y personal existente, fijando las funciones y responsabilidades de todos sus miembros en situaciones de emergencia.
- Se designará, por parte del titular de la actividad, una persona responsable única, con autoridad y capacidad de gestión, que será el director del plan de actuación en emergencias.
- Respecto a las obligaciones del personal de las actividades, el personal al servicio de las actividades afectadas por la norma básica de autoprotección, tendrá la obligación de participar, en la medida de sus capacidades, en el plan de autoprotección y asumir las funciones que les sean asignadas en dicho plan.

El plan de autoprotección se recogerá en un documento único cuya estructura y contenido mínimo es el siguiente, tanto si se refiere a edificios, como a instalaciones o actividades a las que sean aplicables los diferentes capítulos:

Índice paginado

CAPÍTULO 1. Identificación de los titulares y del emplazamiento de la actividad.

1.1. Dirección Postal del emplazamiento de la actividad. Denominación de la actividad, nombre y/o marca. Teléfono y Fax.
1.2. Identificación de los titulares de la actividad. Nombre y/o Razón Social. Dirección Postal, Teléfono y Fax.
1.3. Nombre del Director del Plan de Autoprotección y del director o directora del plan de actuación en emergencia, caso de ser distintos. Dirección Postal, Teléfono y Fax.

CAPÍTULO 2. Descripción detallada de la actividad y del medio físico en el que se desarrolla.

2.1. Descripción de cada una de las actividades desarrolladas objeto del Plan.
2.2. Descripción del centro o establecimiento, dependencias e instalaciones donde se desarrollen las actividades objeto del plan.
2.3. Clasificación y descripción de usuarios.
2.4. Descripción del entorno urbano, industrial o natural en el que figuren los edificios, instalaciones y áreas donde se desarrolla la actividad.
2.5. Descripción de los accesos. Condiciones de accesibilidad para la ayuda externa.

Este capítulo se desarrollará mediante documentación escrita y se acompañará al menos la documentación gráfica siguiente:

- Plano de situación, comprendiendo el entorno próximo urbano, industrial o natural en el que figuren los accesos, comunicaciones, etc.
- Planos descriptivos de todas las plantas de los edificios, de las instalaciones y de las áreas donde se realiza la actividad.

CAPÍTULO 3. Inventario, análisis y evaluación de riesgos.

Deben tenerse presentes, al menos, aquellos riesgos regulados por normativas sectoriales.

Este capítulo comprenderá:

3.1. Descripción y localización de los elementos, instalaciones, procesos de producción, etc. que puedan dar origen a una situación de emergencia o incidir de manera desfavorable en el desarrollo de la misma.
3.2. Identificación, análisis y evaluación de los riesgos propios de la actividad y de los riesgos externos que pudieran afectarle. (Riesgos contemplados en los planes de Protección Civil y actividades de riesgo próximas).
3.3. Identificación, cuantificación y tipología de las personas tanto afectas a la actividad como ajenas a la misma que tengan acceso a los edificios, instalaciones y áreas donde se desarrolla la actividad.

Este capítulo se desarrollará mediante documentación escrita y se acompañará al menos la documentación gráfica siguiente:

- Planos de ubicación por plantas de todos los elementos y/o instalaciones de riesgo, tanto los propios como los del entorno.

CAPÍTULO 4. Inventario y descripción de las medidas y medios de autoprotección.

4.1. Inventario y descripción de las medidas y medios, humanos y materiales, que dispone la entidad para controlar los riesgos detectados, enfrentar las situaciones de emergencia y facilitar la intervención de los Servicios Externos de Emergencias.
4.2. Las medidas y los medios, humanos y materiales, disponibles en aplicación de disposiciones específicas en materia de seguridad.

Este capítulo se desarrollará mediante documentación escrita y se acompañará al menos la documentación gráfica siguiente:

- Planos de ubicación de los medios de autoprotección, conforme a normativa UNE.
- Planos de recorridos de evacuación y áreas de confinamiento, reflejando el número de personas a evacuar o confinar por áreas según los criterios fijados en la normativa vigente.
- Planos de compartimentación de áreas o sectores de riesgo.

CAPÍTULO 5. Programa de mantenimiento de instalaciones.

5.1. Descripción del mantenimiento preventivo de las instalaciones de riesgo, que garantiza el control de las mismas.
5.2. Descripción del mantenimiento preventivo de las instalaciones de protección, que garantiza la operatividad de las mismas.
5.3. Realización de las inspecciones de seguridad de acuerdo con la normativa vigente.

Este capítulo se desarrollará mediante documentación escrita y se acompañará al menos de un cuadernillo de hojas numeradas donde queden reflejadas las operaciones de mantenimiento realizadas, y de las inspecciones de seguridad, conforme a la normativa de los reglamentos de instalaciones vigentes.

CAPÍTULO 6. Plan de actuación ante emergencias.

Deben definirse las acciones a desarrollar para el control inicial de las emergencias, garantizándose la alarma, la evacuación y el socorro. Comprenderá:

6.1. Identificación y clasificación de las emergencias:

- En función del tipo de riesgo.
- En función de la gravedad.
- En función de la ocupación y medios humanos.

6.2. Procedimientos de actuación ante emergencias:

- Detección y Alerta.
- Mecanismos de Alarma.
- Identificación de la persona que dará los avisos.
- Identificación del Centro de Coordinación de Atención de Emergencias de Protección Civil.
- Mecanismos de respuesta frente a la emergencia.
- Evacuación y/o Confinamiento.
- Prestación de las Primeras Ayudas.
- Modos de recepción de las Ayudas externas.

6.3. Identificación y funciones de las personas y equipos que llevarán a cabo los procedimientos de actuación en emergencias.
6.4. Identificación del Responsable de la puesta en marcha del Plan de Actuación ante Emergencias.

CAPÍTULO 7. Integración del plan de autoprotección en otros de ámbito superior.

7.1. Los protocolos de notificación de la emergencia
7.2. La coordinación entre la dirección del Plan de Autoprotección y la dirección del Plan de Protección Civil donde se integre el Plan de Autoprotección.
7.3. Las formas de colaboración de la Organización de Autoprotección con los planes y las actuaciones del sistema público de Protección Civil.

CAPÍTULO 8. Implantación del plan de autoprotección.

8.1. Identificación del responsable de la implantación del plan.
8.2. Programa de formación y capacitación para el personal con participación activa en el plan de autoprotección.
8.3. Programa de formación e información a todo el personal sobre el plan de autoprotección.
8.4. Programa de información general para los usuarios.
8.5. Señalización y normas para la actuación de visitantes.
8.6. Programa de dotación y adecuación de medios materiales y recursos.

CAPÍTULO 9. Mantenimiento de la eficacia y actualización del Plan de Autoprotección.

9.1. Programa de reciclaje de formación e información.
9.2. Programa de sustitución de medios y recursos.
9.3. Programa de ejercicios y simulacros.
9.4. Programa de revisión y actualización de toda la documentación que forma parte del plan de autoprotección.
9.5. Programa de auditorías e inspecciones.

ANEXO I. Directorio de comunicación.

- Teléfonos del Personal de emergencias.
- Teléfonos de ayuda exterior.
- Otras formas de comunicación.

ANEXO II. Formularios para la gestión de emergencias.

ANEXO III. Planos.

- El director del plan de actuación en emergencias será responsable de activar dicho plan de acuerdo con lo establecido en el mismo, declarando la correspondiente situación de emergencia, notificando a las autoridades competentes de Protección Civil, informando al personal, y adoptando las acciones inmediatas para reducir las consecuencias del accidente o suceso.
- El plan de actuación en emergencias debe detallar los posibles accidentes o sucesos que pudieran dar lugar a una emergencia y los relacionará con las correspondientes situaciones de emergencia establecidas en el mismo, así como los procedimientos de actuación a aplicar en cada caso.
- Los procedimientos de actuación en emergencia deberán garantizar, al menos:

  1. La detección y alerta.
  2. La alarma.
  3. La intervención coordinada.
  4. El refugio, evacuación y socorro.
  5. La información en emergencia a todas aquellas personas que pudieran estar expuestas al riesgo.
  6. La solicitud y recepción de ayuda externa de los servicios de emergencia.

La implantación del plan de autoprotección comprenderá, al menos, la formación y capacitación del personal, el establecimiento de mecanismos de información al público y la provisión de los medios y recursos precisa para la aplicabilidad del plan.

A tal fin el plan de autoprotección atenderá a los siguientes criterios:

1. Información previa. Se establecerán mecanismos de información de los riesgos de la actividad para el personal y el público, así como del plan de autoprotección para el personal de la actividad.
2. Formación teórica y práctica del personal asignado al plan de autoprotección, estableciendo un adecuado programa de actividades formativas.
3. Definición, provisión y gestión de los medios y recursos económicos necesarios.

De dicha implantación se emitirá una certificación en la forma y contenido que establezcan los órganos competentes de las Administraciones Públicas.

Respecto a los criterios para el mantenimiento de la eficacia del plan de autoprotección:

1. Las actividades de mantenimiento de la eficacia del Plan de Autoprotección deben formar parte de un proceso de preparación continuo, sucesivo e iterativo que, incorporando la experiencia adquirida, permita alcanzar y mantener un adecuado nivel de operatividad y eficacia.
2. Se establecerá un adecuado programa de actividades formativas periódicas para asegurar el mantenimiento de la formación teórica y práctica del personal asignado al Plan de Autoprotección, estableciendo sistemas o formas de comprobación de que dichos conocimientos han sido adquiridos.
3. Se preverá un programa de mantenimiento de los medios y recursos materiales y económicos necesarios.
4. Para evaluar los planes de autoprotección y asegurar la eficacia y operatividad de los planes de actuación en emergencias se realizarán simulacros de emergencia, con la periodicidad mínima que fije el propio plan, y en todo caso, al menos una vez al año evaluando sus resultados.
5. La realización de simulacros tendrá como objetivos la verificación y comprobación de:

   - La eficacia de la organización de respuesta ante una emergencia.
   - La capacitación del personal adscrito a la organización de respuesta.
   - El entrenamiento de todo el personal de la actividad en la respuesta frente a una emergencia.
   - La suficiencia e idoneidad de los medios y recursos asignados.
   - La adecuación de los procedimientos de actuación.

6. Los simulacros implicarán la activación total o parcial de las acciones contenidas en el Plan de Actuación en Emergencias.
7. De las actividades de mantenimiento de la eficacia del plan se conservará por parte de la empresa a disposición de las Administraciones Públicas, información sobre las mismas, así como de los informes de evaluación realizados debidamente firmados por el responsable del plan.

8. Respecto a la vigencia del plan de autoprotección y a los criterios para su actualización y revisión, éste tendrá vigencia indeterminada; se mantendrá adecuadamente actualizado, y se revisará, al menos, con una periodicidad no superior a tres años.

10.2. Equipos de emergencias

Están formados por un grupo de personas instruídas en la prevención y actuación en caso de emergencia.

Las funciones generales del equipo son:

- Estar informados del riesgo del incendio en las distintas dependencias.
- Señalar las anomalías que detectan y verificar que han sido subsanadas.
- Conocer la existencia y uso de los medios materiales de que se dispone.
- Hacerse cargo del mantenimiento de los mencionados medio.
- Estar capacitado para suprimir, sin demora, las causas que pueden provocar cualquier anomalía.
- Combatir el fuego desde su descubrimiento mediante:
  - — Accionamiento de la alarma.
  - — Aplicación de consignas del plan de emergencia.
  - — Utilización de los medios disponibles mientras llegan los refuerzos.
- Prestar los primeros auxilios.
- Coordinar las acciones con los miembros de otros equipos.

Los equipos que integran el plan de emergencia se denominan:

10.2.1. Equipo de alarma de evacuación (EAE)

Asegura la evacuación total y ordenada y garantiza que se ha dado la alarma. Las funciones principales de este equipo son:

- Anunciar la evacuación de su sector al oír la alarma general.
- Guiar a los ocupantes de su sector hacia las vías de evacuación.
- Conseguir la evacuación rápida y ordenada.
- Indicar el punto de reunión.
- Ayudar en al evacuación de personas impedidas o heridas.
- Comprobar que no quedan rezagados una vez evacuado su sector.

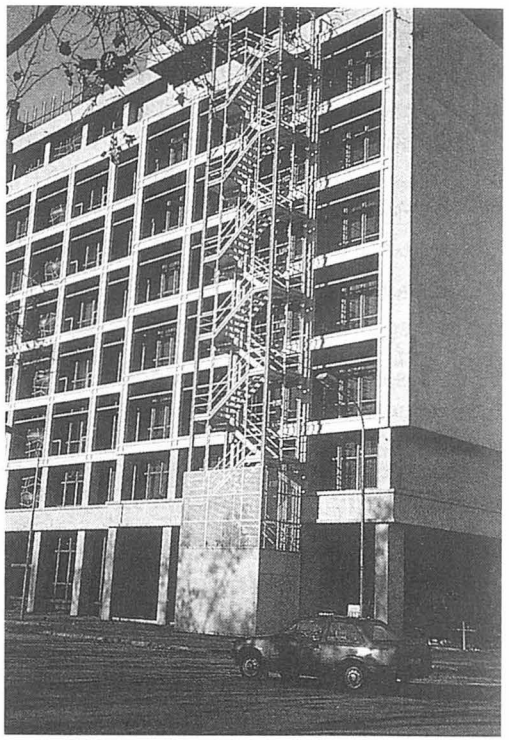


Figura 31. Escalera exterior de evacuación.

10.2.2. Equipo de primeros auxilios (EPA)

Su misión consiste en prestar los primeros auxilios a los accidentados durante la emergencia, para ello deben estar instruidos en estas técnicas.

10.2.3. Equipo de primera intervención (EPI)

Su función consiste en acudir al lugar donde se haya producido una emergencia con objeto de intentar controlarla.

Los componentes del EPI deben estar instruidos en el manejo de los medios de extinción disponibles y actuar como mínimo en parejas.

10.2.4. Equipo de segunda intervención (ESI)

La misión de este equipo es la de actuar como apoyo de los EPI, cuando la gravedad de la alarma no permita el control de la emergencia por los EPI. Prestarán a poyo a los servicios de ayuda exterior.

A igual que los EPI, deben estar instruidos en las técnicas de extinción con los medios de que dispone el establecimiento.

10.2.5. Jefe de intervención

Actuará en el punto de emergencia, valorando y clasificando ésta. Es el responsable de los equipos de intervención, informando al jefe de emergencia de la evolución de la misma.

10.2.6. Jefe de emergencia

Actuando desde el centro de comunicaciones del establecimiento, y en función de la información recibida por el jefe de intervención sobre la evolución de la emergencia, enviará al área siniestrada las ayudas internas disponibles y solicitará las ayudas externas necesarias. Es el responsable de los distintos equipos de autoprotección.

Se analizará y definirá la composición mínima de los equipos de emergencia para cada establecimiento. En caso de incendio, la composición de los equipos de lucha contra el fuego será como mínimo de dos personas.

10.3. Desarrollo del plan

Se diseñarán esquemas operacionales que establezcan las secuencias de actuaciones a llevar a cabo por los equipos de emergencia.

Un ejemplo sencillo de aplicación de un plan de emergencia puede ser el siguiente:

FASE DE ALERTA

- Al oír la alarma interna:
  - — Mandar dos personas (administración) a comprobar la veracidad de la alarma.
  - — Avisar al responsable del equipo de primera intervención.

- Los enviados comunican la gravedad del siniestro, intentando apagarlo por sus propios medios. Si comunican que no es posible, entra en funcionamiento la siguiente fase.

FASE DE ALARMA

- Al recibir el aviso, el equipo de primera intervención intenta apagar el fuego con los medios disponibles, si tienen dificultades, lo comunica al puesto de control para pedir apoyo del ESI.
- El jefe de emergencia:
  - Avisa a las ayudas externas (bomberos ambulancias, etc.).
  - Ordena la alarma y evacuación del edificio o parte del mismo.

FASE DE EVACUACIÓN

- El equipo de evacuación acudirá al lugar asignado, ayudando a personas en la evacuación.
- Al oír la alarma, el ESI y EPA acuden a la planta baja (administración) a recibir órdenes.
- El EPA atiende a los lesionados en las zonas previamente consignadas.
- Los responsables de cada departamento efectúan maniobras que se les ha asignado (desconexión maquinaria, etc.).

11. BIBLIOGRAFÍA

Manual de Seguridad en el Trabajo. Fundación MAPFRE. 1992.
Instrucciones Técnicas de Seguridad Integral (Protección Contra Incendios). Instituto de Seguridad Integral. Fundación MAPFRE Estudios.
Abastecimiento de agua contra incendios. Cepreven RT2-ABA.
Agentes de extinción de incendios. Hidrocarburos halogenados. UNE 23-607-83.
Clases de fuego. UNE 23-010-76.
Clasificación de materias y mercancías según su riesgo de incendios. Cepreven Catálogo CEA.
Componentes del sistema de detección automática de incendios. UNE 23-007 (78, 82 (4, 6-9)).
Documentación técnica sobre sistemas de detección de incendios. Cerberus.
Enciclopedia de la salud y seguridad en le trabajo. OIT.
Evaluación del riesgo de incendio. Método de cálculo. Cepreven DT-15.
Extintores portátiles de incendios. UNE 23-110 (75-76, 80, 84-86).

Instalación de detección automática de incendios. Cepreven RT3-DET.
Instalación de medios manuales de extinción. Cepreven RT2-BIE.
Instalación de medios manuales de extinción. Cepreven RT2-CHE.
Instalación de medios manuales de extinción. Cepreven RT2-EXT.
Intalación de rociadores automáticos de agua. Cepreven RT1-ROC.
Lista de comprobación para instalaciones de seguridad contra incendios (CHECK LIST). Cepreven DT-5.
Mangueras de impulsión para la lucha contra incendios. UNE 23-091 (81(2.ª, 2B, 4), 83, 84).
Manual de autoprotección. Cepreven DT-18.
Manual de protección contra incendios. National Fire Protection Association.
Norma básica de la edificación sobre condiciones para la protección contra incendios (NBE-CPI-96).
Normas técnicas de prevención. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo.
Polvos químicos extintores. UNE 23-601-79.
Prevención y protección contra incendios. Servicio Social de Higiene y Seguridad en el Trabajo.
Reglamento de aparatos a presión. ITC-MIE-AP-5.
Señalización de seguridad. UNE 23-034-88.
Sistemas de extinción por espuma física de baja expansión. UNE 23 (521-83, 522-83, 523-84, 525-83).
Sistemas de rociadores de agua. UNE 23 (590-81, 591-81, 592-81, 596-84, 597-84).
Sistemas fijos de extinción de polvo. UNE 23 (541-79, 542-79, 543-79, 544-79).

12. REGLAMENTO DE SEGURIDAD CONTRA INCENDIOS EN ESTABLECIMIENTOS INDUSTRIALES

REAL DECRETO 2267/2004, de 3 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales. BOE núm. 303 de 17 de diciembre.

CAPÍTULO I. Objeto y ámbito de aplicación.

Artículo 1. Objeto.
Artículo 2. Ámbito de aplicación.
Artículo 3. Compatibilidad reglamentaria.

CAPÍTULO II. Régimen de implantación, construcción y puesta en servicio.

Artículo 4. Proyectos de construcción e implantación.
Artículo 5. Puesta en marcha del establecimiento industrial

CAPÍTULO III. Inspecciones periódicas.

Artículo 6. Inspecciones.
Artículo 7. Periodicidad.
Artículo 8. Programas especiales de inspección.
Artículo 9. Medidas correctoras.

CAPÍTULO IV. Actuación en caso de incendio.

Artículo 10. Comunicación de incendios.
Artículo 11. Investigación de incendios.

CAPÍTULO V. Condiciones y requisitos que deben satisfacer los establecimientos industriales en relación con su seguridad contra incendios.

Artículo 12. Caracterización.
Artículo 13. Condiciones de la construcción.
Artículo 14. Requisitos de las instalaciones.
Artículo 15. Normalización.
Artículo 16. Guía técnica.

CAPÍTULO VI. Responsabilidad y sanciones.

Artículo 17. Incumplimiento.

ANEXO 1. Caracterización de los establecimientos industriales en relación con la seguridad contra incendios.

ANEXO 2. Requisitos constructivos de los establecimientos industriales según su configuración, ubicación y nivel de riesgo intrínseco.

ANEXO 3. Requisitos de las instalaciones de protección contra incendios de los establecimientos industriales.

ANEXO 4. Relación de normas UNE de obligado cumplimiento en la aplicación del Reglamento de Seguridad Contra Incendios en los Establecimientos Industriales.

EXPOSICIÓN DE MOTIVOS

Este reglamento tiene por objeto de conseguir un grado suficiente de seguridad en caso de incendio en los establecimientos e instalaciones de uso industrial.

La presencia del riesgo de incendio en los establecimientos industriales determina la probabilidad de que se desencadenen incendios, generadores de daños y pérdidas para las personas y los patrimonios, que afectan tanto a ellos como a su entorno.

La Norma básica de la edificación, aprobada por el *Real Decreto 2177/1996*, de 4 de octubre, establece las condiciones que deben reunir los edificios, excluidos los de uso industrial, para proteger a sus ocupantes frente a los riesgos originados por un incendio y para prevenir daños a terceros.

La regulación de las condiciones que deben cumplir los aparatos, equipos y sistemas, así como su instalación y mantenimiento, además de la regulación de los instaladores y mantenedores, está prevista en el Reglamento de instalaciones de protección contra incendios, aprobado por el *Real Decreto 1942/1993*, de 5 de noviembre, y en la *Orden de 16 de abril de 1998*.

El Ministerio de Industria, Turismo y Comercio trata, además, de regular las condiciones de protección contra incendios en los establecimientos industriales con carácter horizontal, es decir, que sean de aplicación en cualquier sector de la actividad industrial.

La Sala Tercera del Tribunal Supremo, por la *Sentencia de 27 de octubre de 2003*, al estimar el recurso contencioso-administrativo n.º 495/2001, declara nulo, por defecto de forma, el anterior Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales, aprobado por el Real Decreto 786/2001, de 6 de julio.

El *artículo 12 de la Ley 21/1992*, de 16 de julio, de Industria, se ocupa del contenido general de los reglamentos de seguridad, y establece, además, los instrumentos necesarios para la ejecución de este reglamento con respecto a las competencias que corresponden a otras Administraciones publicas.

De acuerdo con ellas, esta regulación se estructura de forma que el reglamento reúna las prescripciones básicas de carácter general, para desarrollar en sus anexos los criterios, condiciones y requisitos aplicables, de carácter más técnico y, por ello, sujetos a posibles modificaciones resultantes de su desarrollo.

Este Real Decreto ha sido sometido al procedimiento de información en materia de normas y reglamentaciones técnicas y de reglamentos relativos a los servicios de la sociedad de la información, regulado en el Real Decreto 1337/1999, de 31 de julio, a los efectos de cumplir lo dispuesto en la *Directiva 98/34/CE* del Parlamento Europeo y del Consejo, de 22 de junio de 1998, modificada por la Directiva 98/48/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 20 de julio de 1998.

Este Real Decreto se aprueba en ejercicio de las competencias que, en relación con la materia de seguridad industrial, han venido a atribuir expresamente a la Administración General del Estado la totalidad de los Estatutos de Autonomía, conforme ha declarado reiteradamente la jurisprudencia constitucional recaída al respecto (por todas ellas, las Sentencias del Tribunal Constitucional 2003/1992, de 26 de noviembre, y 243/1994, de 21 de julio).

En su virtud, a propuesta del Ministro de Industria, Turismo y Comercio, de acuerdo con el Consejo de Estado y previa deliberación del Consejo de Ministros en su reunión del día 3 de diciembre de 2004,

DISPONGO:

Artículo único. Aprobación del Reglamento.

Se aprueba el Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales, que se inserta a continuación.

Disposición adicional primera. Guía técnica.

El centro directivo competente en materia de seguridad industrial del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio elaborará y mantendrá actualizada una guía técnica de carácter no vinculante para la aplicación práctica de las disposiciones del reglamento y de sus anexos técnicos, la cual podrá establecer aclaraciones en conceptos de carácter general. Igualmente, autorizará el uso de guías de diseño de reconocido prestigio para la justificación de soluciones técnicas diferentes que proporcionen un nivel de seguridad equivalente.

Disposición adicional segunda. Sistemas de autoprotección y de gestión de seguridad.

En cumplimiento de lo previsto en el artículo 5 de la Ley 2/1985, de 21 de enero, de Protección Civil, el Ministerio de Industria, Turismo y Comercio, de acuerdo con el Ministerio del Interior, determinará el catálogo de actividades industriales y de los centros, establecimientos y dependencias en que aquellas se realicen, que deberán disponer de un sistema de auto-protección dotado de sus propios recursos y del correspondiente plan de emergencia para acciones de prevención de riesgos, alarma, evacuación y socorro. Todo ello con independencia de lo dispuesto en la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, y en sus normas reglamentarias en la medida que pudieran afectar a la seguridad y salud de los trabajadores, y en el Real Decreto 1254/1999, de 16 de julio, por el que se aprueban las medidas de control de los riesgos inherentes a los accidentes graves en los que intervienen sustancias peligrosas, así como de las disposiciones que modifiquen o complementen las normativas citadas.

Así mismo, se determinarán aquellos establecimientos industriales que, preceptivamente, deben implantar el sistema de gestión de la seguridad contra incendios en el establecimiento y elaborar el correspondiente manual de seguridad contra incendios.

Disposición transitoria única. Régimen de aplicación.

Las prescripciones del reglamento aprobado por este real decreto serán de aplicación, a partir de su entrada en vigor, a los nuevos establecimientos industriales que se construyan o implanten y a los ya existentes que se trasladen, cambien o modifiquen su actividad.

Estas mismas exigencias serán de aplicación a aquellos establecimientos industriales en los que se produzcan ampliaciones o reformas que impliquen un aumento de su superficie ocupada o un aumento del nivel de riesgo intrínseco.

Se aplicarán estas exigencias a la parte afectada por la ampliación o reforma, que con carácter general se considera que será el sector o área de incendio afectado.

No obstante, el órgano competente de la comunidad autónoma podrá requerir, si lo considera oportuno, la aplicación del reglamento a otros sectores y áreas de incendio, o incluso al establecimiento industrial en su totalidad.

Las disposiciones del *Capítulo IV* serán de aplicación desde la entrada en vigor a todos los establecimientos industriales existentes.

No será de aplicación preceptiva este reglamento:

a) A los establecimientos industriales en construcción y a los proyectos que tengan solicitada licencia de actividad en la fecha de entrada en vigor de este real decreto.
b) A los proyectos aprobados por las Administraciones públicas o visados por colegios profesionales en la fecha de entrada en vigor de este real decreto.
c) A las obras que se realicen conforme a los proyectos citados en el párrafo b), siempre que la licencia de actividad se solicite en el plazo de seis meses a partir de la fecha de entrada en vigor de este real decreto.

No obstante, los proyectos e instalaciones a los que se refieren los párrafos anteriores podrán ser adaptados, total o parcialmente, a este reglamento.

Disposición final primera. Título competencial.

Este real decreto constituye una norma reglamentaria de seguridad industrial, que se dicta al amparo de lo dispuesto en el *artículo 149.1.13.ª de la Constitución.*

Disposición final segunda. Facultad de desarrollo.

Se faculta al Ministro de Industria, Turismo y Comercio para dictar las disposiciones necesarias para el desarrollo y cumplimiento de este real decreto.

Disposición final tercera. Entrada en vigor.

El presente real decreto entrará en vigor a los 30 días de su publicación en el «Boletín Oficial del Estado».

Dado en Madrid, el 3 de diciembre de 2004.

JUAN CARLOS R.

El Ministro de Industria, Turismo y Comercio,
JOSÉ MONTILLA AGUILERA

Capítulo I. Objeto y ámbito de aplicación.

Artículo 1. Objeto.

Este reglamento tiene por objeto establecer y definir los requisitos que deben satisfacer y las condiciones que deben cumplir los establecimientos e instalaciones de uso industrial para su seguridad en caso de incendio, para prevenir su aparición y para dar la respuesta adecuada, en caso de producirse, limitar su propagación y posibilitar su extinción, con el fin de anular o reducir los daños o pérdidas que el incendio pueda producir a personas o bienes.

Las actividades de prevención del incendio tendrán como finalidad limitar la presencia del riesgo de fuego y las circunstancias que pueden desencadenar el incendio.

Las actividades de respuesta al incendio tendrán como finalidad controlar o luchar contra el incendio, para extinguirlo, y minimizar los daños o pérdidas que pueda generar.

Este reglamento se aplicará, con carácter complementario, a las medidas de protección contra incendios establecidas en las disposiciones vigentes que regulan actividades industriales, sectoriales o específicas, en los aspectos no previstos en ellas, las cuales serán de completa aplicación en su campo.

En este sentido, se considera que las disposiciones de la Instrucción técnica complementaria MIE APQ-1 del Reglamento de almacenamiento de productos químicos, aprobado por el *Real Decreto 379/2001*, de 6 de abril, y las previstas en las instrucciones técnicas del Reglamento de instalaciones petrolíferas, aprobado por el Real Decreto 2085/1994, de 20 de octubre, son de completa aplicación para el cumplimiento de los requisitos de seguridad contra incendios.

Las condiciones indicadas en este reglamento tendrán la condición de mínimo exigible según lo indicado en el artículo 12.5 de la Ley 21/1992, de 16 de julio, de Industria.

Estos mínimos se consideran cumplidos:

a) Por el cumplimiento de las prescripciones indicadas en este reglamento.
b) Por aplicación, para casos particulares, de técnicas de seguridad equivalentes, según normas o guías de diseño de reconocido prestigio para la justificación de las soluciones técnicas de seguridad equivalente adoptadas, que deben aportar, al menos, un nivel de seguridad equiparable a la anterior. Esta aplicación de técnicas de seguridad equivalente deberá ser justificado debidamente por el proyectista y resueltas por el órgano competente de la comunidad autónoma.
c) Cuando la implantación de un establecimiento industrial se realice en naves de polígonos industriales con planeamiento urbanístico aprobado antes de la entrada en vigor de este reglamento o en un edificio existente en el que por sus características no pueda cumplirse alguna de las disposiciones reglamentarias ni adaptarse al párrafo b) anterior, el titular del establecimiento deberá presentar ante el órgano competente de la comunidad autónoma una solicitud de excepción y justificarlo mediante su descripción en el proyecto o memoria técnica en el que se especifiquen las medidas alternativas adoptadas. El órgano competente de la comunidad autónoma en la que esté ubicado el establecimiento industrial, a la vista de los argumentos expuestos en el proyecto o memoria técnica, podrá desestimar la solicitud, requerir la modificación de las medidas alternativas o conceder la autorización de excepción, que siempre será expresa.

La aceptación de las soluciones técnicas diferentes que se plateen para dar respuesta con carácter general, esto es, de aplicación en todo el territorio del Estado, se realizará, de acuerdo con el apartado 1 de la disposición final primera, por orden ministerial.

Artículo 2. Ámbito de aplicación.

1. El ámbito de aplicación de este reglamento son los establecimientos industriales. Se entenderán como tales:

a) Las industrias, tal como se definen en el *artículo 3, punto 1, de la Ley 21/1992*, de 16 de julio, de Industria.
b) Los almacenamientos industriales.
c) Los talleres de reparación y los estacionamientos de vehículos destinados al servicio de transporte de personas y transporte de mercancías.
d) Los servicios auxiliares o complementarios de las actividades comprendidas en los párrafos anteriores.

2. Se aplicará, además, a todos los almacenamientos de cualquier tipo de establecimiento cuando su carga de fuego total, calculada según el *anexo I*, sea igual o superior a tres millones de Megajulios (MJ).

   Asimismo, se aplicará a las industrias existentes antes de la entrada en vigor de este reglamento cuando su nivel de riesgo intrínseco, su situación o sus características impliquen un riesgo grave para las personas, los bienes o el entorno, y así se determine por la Administración autonómica competente.
3. Quedan excluidas del ámbito de aplicación de este reglamento las actividades en establecimientos o instalaciones nucleares, radiactivas, las de extracción de minerales, las actividades agropecuarias y las instalaciones para usos militares.

   Igualmente, quedan excluidas de la aplicación de este reglamento las actividades industriales y talleres artesanales y similares cuya densidad de carga de fuego, calculada de acuerdo con el *anexo I*, no supere 10 Mcal/m^2 (42 MJ/m^2), siempre que su superficie útil sea inferior o igual a 60 m^2, excepto en lo recogido en los apartados 8 y 16 del *anexo III*.

Artículo 3. Compatibilidad reglamentaria.

1. Cuando en un mismo edificio coexistan con la actividad industrial otros usos con distinta titularidad, para los que sea de aplicación la Norma básica de la edificación: condiciones de protección contra incendios, NBE/CPI96, o una normativa equivalente, los requisitos que deben satisfacer los espacios de uso no industrial serán los exigidos por dicha normativa.
2. Cuando en un establecimiento industrial coexistan con la actividad industrial otros usos con la misma titularidad, para los que sea de aplicación la Norma básica de la edificación: condiciones de protección contra incendios, o una normativa equivalente, los requisitos que deben satisfacer los espacios de uso no industrial serán los exigidos por dicha normativa cuando superen los límites indicados a continuación:

a) Zona comercial: superficie construida superior a 250 m^2.
b) Zona administrativa: superficie construida superior a 250 m^2.
c) Salas de reuniones, conferencias, proyecciones: capacidad superior a 100 personas sentadas.
d) Archivos: superficie construida superior a 250 m^2 o volumen superior a 750 m^3.
e) Bar, cafetería, comedor de personal y cocina: superficie construida superior a 150 m^2 o capacidad para servir a más de 100 comensales simultáneamente.
f) Biblioteca: superficie construida superior a 250 m^2.
g) Zonas de alojamiento de personal: capacidad superior a 15 camas.

Las zonas a las que por su superficie sean de aplicación las prescripciones de las referidas normativas deberán constituir un sector de incendios independiente.

Capítulo II. Régimen de implantación, construcción y puesta en servicio.

Artículo 4. Proyectos de construcción e implantación.

1. Los establecimientos industriales de nueva construcción y los que cambien o modifiquen su actividad, se trasladen, se amplíen o se reformen, en la parte afectada por la ampliación o reforma, según lo recogido en la disposición transitoria única, requerirán la presentación de un proyecto, que podrá estar integrado en el proyecto general exigido por la legislación vigente para la obtención de los permisos y licencias preceptivas, o ser específico; en todo caso, deberá contener la documentación necesaria que justifique el cumplimiento de este reglamento.
2. El referido proyecto, que será redactado y firmado por un técnico titulado competente y visado por su colegio oficial correspondiente, deberá indicar, de acuerdo con el Reglamento de

instalaciones de protección contra incendios, aprobado por el *Real Decreto 1942/1993*, de 5 de noviembre, y con la *Orden de 16 de abril de 1998*, los materiales, aparatos, equipos, sistemas o sus componentes sujetos a marca de conformidad con normas incluidos en el proyecto.

Se indicará, asimismo, la clase o nivel de comportamiento ante el fuego de los productos de la construcción que así lo requieran.

3. Se podrá sustituir el proyecto por una memoria técnica firmada por un técnico titulado competente, en los siguientes casos:

   a) Establecimientos industriales de riesgo intrínseco bajo y superficie útil inferior a 250 m^2.
   b) Actividades industriales, talleres artesanales y similares con carga de fuego igual o inferior a 10 Mcal/m^2 (42 MJ/m^2) y superficie útil igual o inferior a 60 m^2.
   c) Reformas que, según lo recogido en la disposición transitoria única, no requieren la aplicación de este reglamento.

Artículo 5. Puesta en marcha del establecimiento industrial.

Para la puesta en marcha de los establecimientos industriales a los que se refiere el artículo anterior, se requiere la presentación, ante el órgano competente de la comunidad autónoma, de un certificado, emitido por un técnico titulado competente y visado por el colegio oficial correspondiente, en el que se ponga de manifiesto la adecuación de las instalaciones al proyecto y el cumplimiento de las condiciones técnicas y prescripciones reglamentarias que correspondan, para registrar la referida instalación.

En dicho certificado deberá figurar, además, el nivel de riesgo intrínseco del establecimiento industrial, el número de sectores y el riesgo intrínseco de cada uno de ellos, así como las características constructivas que justifiquen el cumplimiento de lo dispuesto en el anexo II; incluirá, además, un certificado de la/s empresa/s instaladora/s autorizada/s, firmado por el técnico titulado competente respectivo, de las instalaciones que conforme al *Real Decreto 1942/1993*, de 5 de noviembre, requieran ser realizadas por una empresa instaladora autorizada.

Capítulo III. Inspecciones periódicas.

Artículo 6. Inspecciones.

Con independencia de la función inspectora asignada a la Administración pública competente en materia de industria de la comunidad autónoma y de las operaciones de mantenimiento previstas en el Reglamento de instalaciones de protección contra incendios, aprobado por el Real Decreto 1942/1993, de 5 de noviembre, los titulares de los establecimientos industriales a los que sea de aplicación este reglamento deberán solicitar a un organismo de control facultado para la aplicación de este reglamento la inspección de sus instalaciones.

En esta inspección se comprobará:

a) Que no se han producido cambios en la actividad ni ampliaciones.
b) Que se sigue manteniendo la tipología del establecimiento, los sectores y/o áreas de incendio y el riesgo intrínseco de cada uno.
c) Que los sistemas de protección contra incendios siguen siendo los exigidos y que se realizan las operaciones de mantenimiento conforme a lo recogido en el apéndice 2 del Reglamento de instalaciones de protección contra incendios, aprobado por el *Real Decreto 1942/1993*, de 5 de noviembre.

En establecimientos adaptados parcialmente a este reglamento, la inspección se realizará solamente a la parte afectada.

Artículo 7. Periodicidad.

1. La periodicidad con que se realizarán dichas inspecciones no será superior a:

   a) Cinco años, para los establecimientos de riesgo intrínseco bajo.
   b) Tres años, para los establecimientos de riesgo intrínseco medio.
   c) Dos años, para los establecimientos de riesgo intrínseco alto.

2. De dichas inspecciones se levantará un acta, firmada por el técnico titulado competente del organismo de control que ha procedido a la inspección y por el titular o técnico del establecimiento industrial, quienes conservarán una copia.

Artículo 8. Programas especiales de inspección.

1. El órgano directivo competente en materia de seguridad industrial del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio podrá promover, previa consulta con el Consejo de coordinación para la seguridad industrial, programas especiales de inspección para aquellos sectores industriales o industrias en que estime necesario contrastar el grado de aplicación y cumplimiento de este reglamento.
2. Estas inspecciones serán realizadas por los órganos competentes de las comunidades autónomas o, si estos así lo estableciesen, por organismos de control facultados para la aplicación de este reglamento.

Artículo 9. Medidas correctoras.

1. Si como resultado de las inspecciones a que se refieren los *artículos 6 y 8* se observasen deficiencias en el cumplimiento de las prescripciones reglamentarias, deberá señalarse el plazo para la ejecución de las medidas correctoras oportunas; si de dichas deficiencias se derivase un riesgo grave e inminente, el organismo de control deberá comunicarlas al órgano competente de la comunidad autónoma para su conocimiento y efectos oportunos.
2. En todo establecimiento industrial habrá constancia documental del cumplimiento de los programas de mantenimiento preventivo de los medios de protección contra incendios existentes, realizados de acuerdo con lo establecido en el *apéndice 2 del Reglamento de instalaciones de protección contra incendios, aprobado por el Real Decreto 1942/1993*, de 5 de noviembre, de las deficiencias observadas en su cumplimiento, así como de las inspecciones realizadas en cumplimiento de lo dispuesto en este reglamento.

Capítulo IV. Actuación en caso de incendio.

Artículo 10. Comunicación de incendios.

El titular del establecimiento industrial deberá comunicar al órgano competente de la comunidad autónoma, en el plazo máximo de 15 días, cualquier incendio que se produzca en el establecimiento industrial en el que concurra, al menos, una de las siguientes circunstancias:

a) Que se produzcan daños personales que requieran atención médica externa.
b) Que ocasione una paralización total de la actividad industrial.
c) Que se ocasione una paralización parcial superior a 14 días de la actividad industrial.
d) Que resulten daños materiales superiores a 30.000 euros.

Artículo 11. Investigación de incendios.

En todos aquellos incendios en los que concurran las circunstancias previstas en los *párrafos a), b) o c) del artículo anterior*, el órgano competente de la comunidad autónoma realizará una investigación detallada para tratar de averiguar sus causas, y dará traslado de ella al órgano directivo competente en materia de seguridad industrial del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio.

Para la realización de dicha investigación, podrá requerir la ayuda de especialistas como el Cuerpo de Bomberos, organizaciones o técnicos competentes.

Todo ello, sin perjuicio del expediente sancionador que pudiera incoarse por supuestas infracciones reglamentarias y de las responsabilidades que pudieran derivarse si se verifica incumplimiento de la realización de las inspecciones reglamentarias requeridas en el capítulo III y/o de las operaciones de mantenimiento previstas en el *apéndice 2 del Reglamento de instalaciones de protección contra incendios, aprobado por el Real Decreto 1942/1993*, de 5 de noviembre.

Capítulo V. Condiciones y requisitos que deben satisfacer los establecimientos industriales en relación con su seguridad contra incendios.

Artículo 12. Caracterización.

Las condiciones y requisitos que deben satisfacer los establecimientos industriales, en relación con su seguridad contra incendios, estarán determinados por su configuración y ubicación con relación a su entorno y su nivel de riesgo intrínseco, fijados según se establece en el *anexo I*.

Artículo 13. Condiciones de la construcción.

Las condiciones y requisitos constructivos y edificatorios que deben cumplir los establecimientos industriales, en relación con su seguridad contra incendios, serán los establecidos en el *anexo II*, de acuerdo con la caracterización que resulte del *artículo 12*.

Artículo 14. Requisitos de las instalaciones.

1. Todos los aparatos, equipos, sistemas y componentes de las instalaciones de protección contra incendios de los establecimientos industriales, así como el diseño, la ejecución, la puesta en funcionamiento y el mantenimiento de sus instalaciones, cumplirán lo preceptuado en el Reglamento de instalaciones de protección contra incendios, aprobado por el *Real Decreto 1942/1993*, de 5 de noviembre, y en la *Orden de 16 de abril de 1998*, sobre normas de procedimiento y desarrollo de aquel.

   Los instaladores y mantenedores de las instalaciones de protección contra incendios, a que se refiere el párrafo anterior, cumplirán los requisitos que para ellos establece el Reglamento de instalaciones de protección contra incendios, aprobado por el *Real Decreto 1942/1993*, de 5 de noviembre, y las disposiciones que lo complementan.
2. Las condiciones y requisitos que deben cumplir las instalaciones de protección contra incendios de los establecimientos industriales, en relación con su seguridad contra incendios, serán los establecidos en el anexo III, de acuerdo con la caracterización que resulte del *artículo 12*.

Artículo 15. Normalización.

1. Los anexos técnicos hacen referencia a normas (normas UNE, EN u otras), de manera total o parcial, para facilitar la adaptación al estado de la técnica en cada momento.

   Dicha referencia se realiza, por regla general, sin indicar el año de edición de la norma en cuestión.

   El *anexo IV* recoge el listado de todas las normas citadas en el texto identificadas por sus títulos y numeración, la cual incluye el año de edición.

   Cuando una o varias normas varíen su año de edición, deberá actualizarse en el listado de normas, mediante una orden del Ministro de Industria, Turismo y Comercio, en la que deberá hacerse constar la fecha a partir de la cual la utilización de la nueva edición de la norma será válida y la fecha a partir de la cual la utilización de la antigua edición de la norma dejará de serlo, a efectos reglamentarios.

   A falta de una resolución expresa, se entenderá que también cumple las condiciones reglamentarias la edición de la norma posterior a la que figure en el listado de normas, siempre que no modifique criterios básicos y se limite a actualizar ensayos o incrementar la seguridad intrínseca del material correspondiente.
2. A los efectos de este reglamento y de la comercialización de productos en el marco de la Unión Aduanera, sometidos a las reglamentaciones nacionales de seguridad industrial, la Administración pública competente deberá aceptar la validez de los certificados y marcas de conformidad a norma y las actas o protocolos de ensayos que son exigibles por las citadas reglamentaciones, emitidos por organismos de evaluación de la conformidad oficialmente reconocidos en dichos Estados, siempre que se reconozca, por la mencionada Administración pública competente, que los citados agentes ofrecen garantías técnicas, profesionales y de independencia e imparcialidad equivalentes a las exigidas por la legislación española y que las disposiciones legales vigentes del Estado miembro conforme a las que se evalúa la conformidad comporten un nivel de seguridad equivalente al exigido por las correspondientes disposiciones españolas.

   Los productos de construcción que se incorporen con carácter permanente a los edificios, en función de su uso previsto, llevarán el marcado «CE» siempre que se haya establecido su entrada en vigor, todo ello de conformidad con la *Directiva 89/106/CEE* del Consejo, de 21 de diciembre de 1988, relativa a la aproximación de las disposiciones legales, reglamentarias y administrativas de los Estados miembros sobre los productos de construcción, incorporada a nuestro ordenamiento jurídico por el Real Decreto 1630/1992, de 29 de diciembre, por el que se dictan disposiciones para la libre circulación de productos de construcción en aplicación de la *Directiva 89/106/CEE*.

Artículo 16. Guía técnica.

El centro directivo competente en materia de industria del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio elaborará y mantendrá actualizada una guía técnica de carácter no vinculante, para la aplicación práctica de las disposiciones del reglamento y de sus anexos técnicos, que podrá establecer aclaraciones en conceptos de carácter general.

Capítulo VI. Responsabilidad y sanciones.

Artículo 17. Incumplimiento.

Del incumplimiento de lo dispuesto en este reglamento se derivarán las responsabilidades y sanciones, en su caso, que correspondan de conformidad con lo dispuesto en el *Título V de la Ley 21/1992*, de 16 de julio, de Industria, y en el capítulo VI de la Ley 2/1985, de 21 de enero, de Protección Civil, y en la sección 2.ª del capítulo II del texto refundido de la Ley sobre infracciones y sanciones en el orden social, aprobado por el Real Decreto Legislativo 5/2000, de 4 de agosto.

ANEXO I
Caracterización de los establecimientos industriales en relación con la seguridad contra incendios

1. Establecimiento.

Se entiende por establecimiento el conjunto de edificios, edificio, zona de este, instalación o espacio abierto de uso industrial o almacén, según lo establecido en el artículo 2, destinado a ser utilizado bajo una titularidad diferenciada y cuyo proyecto de construcción o reforma, así como el inicio de la actividad prevista, sea objeto de control administrativo.

Los establecimientos industriales se caracterizarán por:

a) Su configuración y ubicación con relación a su entorno.
b) Su nivel de riesgo intrínseco.

2. Características de los establecimientos industriales por su configuración y ubicación con relación a su entorno.

Las muy diversas configuraciones y ubicaciones que pueden tener los establecimientos industriales se consideran reducidas a:

2.1. Establecimientos industriales ubicados en un edificio:

TIPO A: el establecimiento industrial ocupa parcialmente un edificio que tiene, además, otros establecimientos, ya sean estos de uso industrial ya de otros usos.

TIPO B: el establecimiento industrial ocupa totalmente un edificio que está adosado a otro u otros edificios, o a una distancia igual o inferior a tres metros de otro u otros edificios, de otro establecimiento, ya sean estos de uso industrial o bien de otros usos.

Para establecimientos industriales que ocupen una nave adosada con estructura compartida con las contiguas, que en todo caso deberán tener cubierta independiente, se admitirá el cumplimiento de las exigencias correspondientes al tipo B, siempre que se justifique técnicamente que el posible colapso de la estructura no afecte a las naves colindantes.

TIPO C: el establecimiento industrial ocupa totalmente un edificio, o varios, en su caso, que está a una distancia mayor de tres metros del edificio más próximo de otros establecimientos. Dicha distancia deberá estar libre de mercancías combustibles o elementos intermedios susceptibles de propagar el incendio.

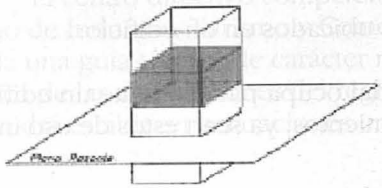
2.2. Establecimientos industriales que desarrollan su actividad en espacios abiertos que no constituyen un edificio:

TIPO D: el establecimiento industrial ocupa un espacio abierto, que puede estar totalmente cubierto, alguna de cuyas fachadas carece totalmente de cerramiento lateral.

TIPO E: el establecimiento industrial ocupa un espacio abierto que puede estar parcialmente cubierto (hasta un 50 por ciento de su superficie), alguna de cuyas fachadas en la parte cubierta carece totalmente de cerramiento lateral.

TIPO A: estructura portante común con otros establecimientos

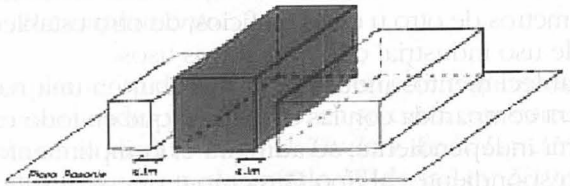
En vertical



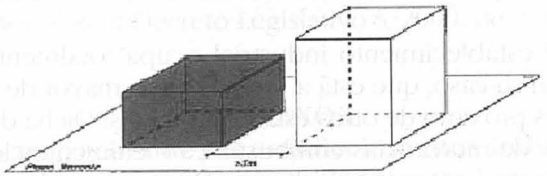
En horizontal



TIPO B

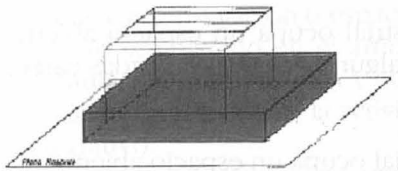


TIPO C

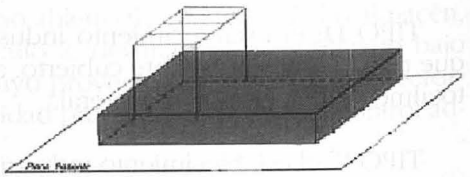


TIPO D y E

TIPO D



TIPO E





Ubicación de la actividad industrial

2.3. Cuando la caracterización de un establecimiento industrial o una parte de este no coincida exactamente con alguno de los tipos definidos en los *apartados 2.1 y 2.2*, se considerará que pertenece al tipo con que mejor se pueda equiparar o asimilar justificadamente.

En un establecimiento industrial pueden coexistir diferentes configuraciones, por lo se deberán aplicar los requisitos de este reglamento de forma diferenciada para cada una de ellas.

3. Caracterización de los establecimientos industriales por su nivel de riesgo intrínseco.

Los establecimientos industriales se clasifican, según su grado de riesgo intrínseco, atendiendo a los criterios simplificados y según los procedimientos que se indican a continuación.

3.1. Los establecimientos industriales, en general, estarán constituidos por una o varias configuraciones de los tipos A, B, C, D y E. Cada una de estas configuraciones constituirá una o varias zonas (sectores o áreas de incendio) del establecimiento industrial.

1. Para los *tipos A, B y C* se considera «sector de incendio» el espacio del edificio cerrado por elementos resistentes al fuego durante el tiempo que se establezca en cada caso.
2. Para los *tipos D y E* se considera que la superficie que ocupan constituye un «área de incendio» abierta, definida solamente por su perímetro.

3.2. El nivel de riesgo intrínseco de cada sector o área de incendio se evaluará:

1. Calculando la siguiente expresión, que determina la densidad de carga de fuego, ponderada y corregida, de dicho sector o área de incendio:

$$Q_S = \frac{\Sigma_1^i G_i C_i}{A} R_a (MJ / m^2) \text{ o } (Mcal / m^2)$$

Donde:

- Q_s = Densidad de carga de fuego, ponderada y corregida, del sector o área de incendio, en MJ/m² o Mcal/m².

- G_i = Masa, en kg, de cada uno de los combustibles (i) que existen en el sector de incendio (incluidos los materiales constructivos combustibles).
- q_i = Poder calorífico, en MJ/kg o Mcal/kg, de cada uno de los combustibles (i) que existen en el sector de incendio.
- C_i = Coeficiente adimensional que pondera el grado de peligrosidad (por la combustibilidad) de cada uno de los combustibles (i) que existen en el sector de incendio.
- R_a = Coeficiente adimensional que corrige el grado de peligrosidad (por la activación) inherente a la actividad industrial que se desarrolla en el sector de incendio, producción, montaje, transformación, reparación, almacenamiento, etc.
- Cuando existen varias actividades en el mismo sector, se tomará como factor de riesgo de activación el inherente a la actividad de mayor riesgo de activación, siempre que dicha actividad ocupe al menos el 10 por 100 de la superficie del sector o área de incendio.
- A = superficie construida del sector de incendio o superficie ocupada del área de incendio, en m^2.
- Los valores del coeficiente de peligrosidad por combustibilidad, C_i, de cada combustible pueden deducirse de la *Tabla 1.1*, del Catálogo CEA de productos y mercancías, o de tablas similares de reconocido prestigio cuyo uso debe justificarse.

Los valores del coeficiente de peligrosidad por activación, Ra, pueden deducirse de la *Tabla 1.2*.

Los valores del poder calorífico q_i, de cada combustible, pueden deducirse de la *Tabla 1.4*.

Tabla 1.1. Grado de peligrosidad de los combustibles

Valores del coeficiente de peligrosidad por combustible C_i		
Alta	**Media**	**Baja**
• Líquidos clasificados como clase A, en la *ITC MIE-APQ1.*	• Líquidos clasificados como subclase B_2, en la *ITC MIE-APQ1.*	• Líquidos clasificados como clase D, en la *ITC MIE-APQ1.*
• Líquidos clasificados como subclase B_1, en la *ITC MIE-APQ1.*	• Líquidos clasificados como clase C, en la *ITC MIE-APQ1.*	
• Sólidos capaces de iniciar su combustión a temperatura inferior a 100 °C.	• Sólidos capaces de iniciar su ignición a temperatura comprendida entre 100 °C y 200 °C.	• Sólidos que comienzan su ignición a temperatura superior a 200 °C.
• Productos que pueden formar mezclas explosivas con el aire.	• Sólidos que emiten gases inflamables.	
• Productos que pueden iniciar combustión espontánea en el aire.		
C_i = 1,60	C_i = 1,30	C_i = 1,00

Nota: *ITC MIE-APD1* del Reglamento de almacenamiento de productos químicos aprobado por *Real Decreto 379/2001*, de 6 de abril.

2. Como alternativa a la fórmula anterior se puede evaluar la densidad de carga de fuego, ponderada y corregida, Q_s, del sector de incendio aplicando las siguientes expresiones.

   a) Para actividades de producción, transformación, reparación o cualquier otra distinta al almacenamiento:

$$Q_s = \frac{\Sigma_1^i q_{si} S_i C_i}{A} R_a (MJ/m^2) \, o \, (Mcal/m^2)$$

donde:

- Q_s, C_i, R_i y A tienen la misma significación que en el *apartado 3.2.1* anterior.
- q_{si} = densidad de carga de fuego de cada zona con proceso diferente según los distintos procesos que se realizan en el sector de incendio (i), en MJ/m^2 o $Mcal/m^2$.

- S_i = superficie de cada zona con proceso diferente y densidad de carga de fuego, qsi diferente, en m².

Los valores de la densidad de carga de fuego media, qsi, pueden obtenerse de la *Tabla 1.2.*

NOTA: a los efectos del cálculo, no se contabilizan los acopios o depósitos de materiales o productos reunidos para la manutención de los procesos productivos de montaje, transformación o reparación, o resultantes de estos, cuyo consumo o producción es diario y constituyen el llamado «almacén de día». Estos materiales o productos se considerarán incorporados al proceso productivo de montaje, transformación, reparación, etc., al que deban ser aplicados o del que procedan.

b) Para actividades de almacenamiento:

$$Q_s = \frac{\Sigma_1^i q_{vi} C_i h_i S_i}{A} R_a (MJ/m^2) \, o \, (Mcal/m^2)$$

donde:

- Q_s, C_i, R_a y A tienen la misma significación que en el *apartado 3.2.1* anterior.
- q_{vi} = carga de fuego, aportada por cada m³ de cada zona con diferente tipo de almacenamiento (i) existente en el sector de incendio, en MJ/m³ o Mcal/m³.
- h_i = altura del almacenamiento de cada uno de los combustibles, (i), en m.
- s_i = superficie ocupada en planta por cada zona con diferente tipo de almacenamiento (i) existente en el sector de incendio en m².

Los valores de la carga de fuego, por metro cúbico q_{vi}, aportada por cada uno de los combustibles, pueden obtenerse de la *Tabla 1.2.*

3.3. El nivel de riesgo intrínseco de un edificio o un conjunto de sectores y/o áreas de incendio de un establecimiento industrial, a los efectos de la aplicación de este reglamento, se evaluará calculando la siguiente expresión, que determina la densidad de carga de fuego, ponderada y corregida, Q_e, de dicho edificio industrial.

$$Q_e = \frac{\Sigma_1^i Q_{si} A_i}{\Sigma_1^i A_i} (MJ/m^2) \, o \, (Mcal/m^2)$$

donde:

- Q_e = densidad de carga de fuego, ponderada y corregida, del edificio industrial, en MJ/m² o Mcal/m².
- Q_{si} = densidad de carga de fuego, ponderada y corregida, de cada uno de los sectores o áreas de incendio, (i), que componen el edificio industrial, en MJ/m² o Mcal/m².
- A_i = superficie construida de cada uno de los sectores o áreas de incendio, (i), que componen el edificio industrial, en m².

3.4. A los efectos de este reglamento, el nivel de riesgo intrínseco de un establecimiento industrial, cuando desarrolla su actividad en más de un edificio, ubicados en un mismo recinto, se evaluará calculando la siguiente expresión, que determina la carga de fuego, ponderada y corregida, Q_E, de dicho establecimiento industrial:

$$Q_E = \frac{\Sigma_1^i Q_{ei} A_{ei}}{\Sigma_1^i A_{ei}} (MJ/m^2) \, o \, (Mcal/m^2)$$

donde:

- Q_E = densidad de carga de fuego, ponderada y corregida, del establecimiento industrial, en MJ/m² o Mcal/m².
- Q_{ei} = densidad de carga de fuego, ponderada y corregida, de cada uno de los edificios industriales, (i), que componen el establecimiento industrial en MJ/m² o Mcal/m².
- A_{ei} = superficie construida de cada uno de los edificios industriales, (i), que componen el establecimiento industrial, en m².

3.5. Evaluada la densidad de carga de fuego ponderada, y corregida de un sector o área de incendio, (Q_s), de un edificio industrial (Q_e) o de un establecimiento industrial (Q_E), según cualquiera de los procedimientos expuestos en los *apartados 3.2, 3.3 y 3.4,* respectivamente, el nivel de riesgo intrínseco del sector o área de incendio, del edificio industrial, o del establecimiento industrial, se deduce de la Tabla 1.3.

3.6. Para la evaluación del riesgo intrínseco se puede recurrir igualmente al uso de métodos de evaluación de reconocido prestigio; en tal caso, deberá justificarse en el proyecto el método empleado.

Tabla 1.2. Valores de densidad de carga de fuego media de diversos procesos industriales, de almacenamiento de productos y riesgo de activación asociado, R_a

ACTIVIDAD	Fabricación y venta			Almacenamiento		
	Q_s		R_a	q_v		R_a
	MJ/m²	Mcal/m²		MJ/m³	Mcal/m³	
Abonos químicos	200	48	1,5	200	48	1,0
Aceites comestibles	1.000	240	2,0	18.900	4.543	2,0
Aceites comestibles, expedición	900	216	1,5	18.900	4.543	2,0
Aceites: mineral, vegetal y animal	1.000	240	2,0	18.900	4.543	2,0
Acero	40	10	1,0			
Acero, agujas de	200	48	1,0			
Acetileno, llenado de botellas	700	168	1,5			
Ácido carbónico	40	10	1,0			
Ácidos inorgánicos	80	19	1,0			
Acumuladores	400	96	1,5	800	192	1,5
Acumuladores, expedición	800	192	1,5			
Agua oxigenada	Especial	Especial	Especial			
Alambre metálico aislado	300	72	1,0	1.000	240	2,0
Alambre metálico no aislado	80	19	1,0			
Alfarería	200	48	1,0			
Algodón en rama, guata	300	72	1,5	1.100	264	2,0
Algodón, almacén de				1.300	313	2,0
Alimentación, embalaje	800	192	1,5	800	192	1,5
Alimentación, expedición	1.000	240	2,0			
Alimentación, materias primas				3.400	817	2,0
Alimentación, platos precocinados	200	48	1,0			
Almacenes de talleres, etc.	1.200	288	2,0			
Almidón	2.000	481	2,0			
Alquitrán				3.400	817	2,0
Alquitrán, productos de	800	192	1,5	3.400	817	2,0
Altos hornos	40	10	1,0			
Aluminio, producción de	40	10	1,0			
Aluminio, trabajo de	200	48	1,0			
Antigüedades, venta de	700	168	1,5			
Aparatos de radio, fabricación	300	72	1,0	200	48	1,0

(Continúa)

Tabla 1.2. Valores de densidad de carga de fuego media de diversos procesos industriales, de almacenamiento de productos y riesgo de activación asociado, R_a *(Continuación)*

ACTIVIDAD	Fabricación y venta			Almacenamiento		
	Q_s		R_a	q_v		R_a
	MJ/m²	Mcal/m²		MJ/m³	Mcal/m³	
Aparatos de radio, venta	400	96	1,0			
Aparatos de televisión	300	72	1,0	200	48	1,0
Aparatos domésticos	300	72	1,0	200	48	1,0
Aparatos eléctricos	400	96	1,0	400	96	1,0
Aparatos eléctricos, reparación	500	120	1,0			
Aparatos electrónicos	400	96	1,0	400	96	1,0
Aparatos electrónicos, reparación	500	120	1,0			
Aparatos fotográficos	300	72	1,0	600	144	1,5
Aparatos mecánicos	400	96	1,0			
Aparatos pequeños, construcción de	300	72	1,0			
Aparatos sanitarios, taller	100	24	1,0			
Aparatos, expedición de	700	168	2,0			
Aparatos, prueba de	200	48	1,0			
Aparatos, talleres de reparación	600	144	1,0			
Aparcamientos, edificios de	200	48	1,5			
Apósitos, fabricación de artículos	400	96	1,5	800	192	1,5
Archivos	4.200	1.010	2,0	1.700	409	2,0
Armarios frigoríficos	1.000	240	2,0	300	72	1,0
Armas	300	72	1,0			
Artículos de metal	200	48	1,0			
Artículos de yeso	80	19	1,0			
Artículos metal fundidos por inyección	80	19	1,0			
Artículos metálicos, amolado	80	19	1,0			
Artículos metálicos, barnizado	300	72	1,0			
Artículos metálicos, cerrajería	200	48	1,0			
Artículos metálicos, chatarras	80	19	1,0			
Artículos metálicos, dorado	80	19	1,0			
Artículos metálicos, estampado	100	24	1,0			
Artículos metálicos, forjado	80	19	1,0			
Artículos metálicos, fresado	200	48	1,0			

(Continúa)

Tabla 1.2. Valores de densidad de carga de fuego media de diversos procesos industriales, de almacenamiento de productos y riesgo de activación asociado, R_a *(Continuación)*

ACTIVIDAD	Fabricación y venta			Almacenamiento		
	Q_s		R_a	q_v		R_a
	MJ/m²	Mcal/m²		MJ/m³	Mcal/m³	
Artículos metálicos, fundición	40	10	1,0			
Artículos metálicos, grabación	200	48	1,0			
Artículos metálicos, soldadura	80	19	1,0			
Artículos metálicos, soldadura ligera	300	72	1,0			
Artículos pirotécnicos	Especial	Especial	Especial	2.000	481	3,0
Aserraderos	400	96	1,5			
Asfalto (bidones, bloques)				3.400	817	2,0
Asfalto, manipulación de	800	192	1,5	3.400	817	2,0
Automóvil, carrocerías de	200	48	1,0			
Automóviles, almacén de accesorios				800	192	1,5
Automóviles, garajes y aparcamientos	200	48	1,0			
Automóviles, guarnición	700	168	1,5			
Automóviles, montaje	300	72	1,5			
Automóviles, pintura	500	120	1,5			
Automóviles, reparación	300	72	1,0			
Automóviles, venta de accesorios	300	72	1,0			
Aviones	200	48	1,0			
Aviones, hangares	200	48	1,5			
Azúcar				8.400	2.019	2,0
Azúcar, productos de	800	192	1,5	800	192	1,5
Azufre	400	96	2,0	4.200	1.010	2,0
Balanzas	300	72	1,0			
Barcos de madera	600	144	1,5			
Barcos de plástico	600	144	1,5			
Barcos metálicos	200	48	1,0			
Barnices	5.000	1.202	2,0	2.500	601	2,0
Barnices a la cera	2.000	481	2,0	5.000	1.202	2,0
Barnices, expedición	1.000	240	2,0			
Barnizado	80	19	1,5			
Bebidas alcohólicas (licores)	700	168	1,5			

(Continúa)

Tabla 1.2. Valores de densidad de carga de fuego media de diversos procesos industriales, de almacenamiento de productos y riesgo de activación asociado, R_a *(Continuación)*

ACTIVIDAD	Fabricación y venta			Almacenamiento		
	Q_s		R_a	q_v		R_a
	MJ/m²	Mcal/m²		MJ/m³	Mcal/m³	
Bebidas alcohólicas, venta	500	120	1,5	800	192	1,5
Bebidas bajas o sin de alcohol	80	19	1,0	125	30	1,0
Bebidas sin alcohol, expedición de	300	72	1,0			
Bebidas sin alcohol, zumos de fruta	200	48	1,0	300	72	1,0
Bibliotecas	2.000	481	1,0	2.000	481	2,0
Bicicletas	200	48	1,0	400	96	1,0
Bodegas (vinos)	80	19	1,0			
Bramante	400	96	1,5	1.100	264	2,0
Bramante, almacén de				1.000	240	2,0
Cables	300	72	1,0	600	144	1,5
Cacao, productos de	800	192	2,0	5.800	1.394	2,0
Café crudo, sin refinar				2.900	697	2,0
Café, extracto	300	72	1,0	4.500	1.082	2,0
Café, tostadero	400	96	1,5			
Cajas de madera	1.000	240	2,0	600	144	1,5
Cajas fuertes	80	19	1,0			
Calderas, edificios de	200	48	1,0			
Calefactores	300	72	1,0			
Calzado	500	120	1,5	400	96	1,0
Calzado, accesorios de				800	192	1,5
Calzados, expedición	600	144	1,5			
Calzados, venta	500	120	1,0			
Cantinas	300	72	1,0			
Caramelos	400	96	1,0	1.500	361	2,0
Caramelos, embalado	800	192	1,5			
Carbón de coque				10.500	2.524	2,0
Carnicerías, venta	40	10	1,0			
Carretería, artículos de	500	120	1,5			
Cartón	300	72	1,5	4.200	1.010	1,5
Cartón embreado	2.000	481	2,0	2.500	601	2,0

(Continúa)

Tabla 1.2. Valores de densidad de carga de fuego media de diversos procesos industriales, de almacenamiento de productos y riesgo de activación asociado, R_a *(Continuación)*

ACTIVIDAD	Fabricación y venta			Almacenamiento		
	Q_s		R_a	q_v		R_a
	MJ/m²	Mcal/m²		MJ/m³	Mcal/m³	
Cartón ondulado	800	192	2,0	1.300	313	2,0
Cartón piedra	300	72	1,5	2.500	601	1,5
Cartonaje	800	192	1,5	2.500	601	1,5
Cartonaje, expedición de	600	144	1,5			
Caucho				28.600	6.875	2,0
Caucho, artículos de	600	144	1,5	5.000	1.202	2,0
Caucho, venta de artículos de	800	192	1,5			
Celuloide	800	192	1,5	3.400	817	2,0
Cemento	40	10	1,0			
Central de calefacción a distancia	200	48	1,0			
Centrales hidráulicas	80	19	1,0			
Centrales hidroeléctricas	40	10	1,0			
Centrales térmicas	200	48	1,0			
Cepillos y brochas	700	168	1,5	800	192	1,5
Cera				3.400	817	2,0
Cera, artículos de	1.300	313	2,0	2.100	505	2,0
Cera, venta de artículos de	2.100	505	2,0			
Cerámica, artículos de	200	48	1,0			
Cerrajerías	200	48	1,0			
Cervecerías	80	19	1,0			
Cestería	400	96	1,5	200	48	1,0
Cestería, venta de artículos de	300	72	1,0	200	48	1,0
Chapa, artículos de	100	24	1,0			
Chapa, embalaje de artículos	200	48	1,0			
Chatarrería	300	72	1,0			
Chocolate	400	96	1,5	3.400	817	1,5
Chocolate, embalaje	500	120	2,0			
Chocolate, fabricación, sala de moldes	1.000	240	2,0			
Cines	300	72	1,0			
Cochecitos de niño	300	72	1,0	800	192	1,5

(Continúa)

Tabla 1.2. Valores de densidad de carga de fuego media de diversos procesos industriales, de almacenamiento de productos y riesgo de activación asociado, R_a *(Continuación)*

ACTIVIDAD	Fabricación y venta			Almacenamiento		
	Q_s		R_a	q_v		R_a
	MJ/m²	Mcal/m²		MJ/m³	Mcal/m³	
Colchones no sintéticos	500	120	1,5	5.000	1.202	2,0
Colores y barnices con diluyentes combustibles	4.000	962	2,0	2.500	601	2,0
Colores y barnices, manufacturas de	800	192	2,0			
Colores y barnices, mezclas	2.000	481	2,0			
Colores y barnices, venta	1.000	240	2,0			
Confiterías	400	96	1,0	1.700	409	2,0
Congelados	800	192	1,5	372	89	1,0
Conservas	40	10	1,0	372	89	1,0
Corcho				800	192	1,5
Corcho, artículos de	500	120	1,5	800	192	1,5
Cordelerías	300	72	1,5	600	144	1,5
Cordelerías, venta	500	120	1,5			
Correas	500	120	1,5	5.000	1.202	2,0
Cortinas en rollo	1.000	240	2,0			
Cosméticos	300	72	1,5	500	120	1,5
Crin, cerda de				600	144	1,5
Cristalerías	100	24	1,0			
Cuero				1.700	409	1,5
Cuero sintético	1.000	240	1,5	1.700	409	1,5
Cuero sintético, artículos de	400	96	1,0	800	192	1,5
Cuero sintético, recorte de artículos de	300	72	1,0			
Cuero, artículos de	500	120	1,5	600	144	1,5
Cuero, recortes de artículos de	300	72	1,0			
Cuero, venta de artículos de	700	168	1,5			
Deportes, venta de artículos de	800	192	1,5			
Depósitos de hidrocarburos				43.700	10.505	2,0
Depósitos Merc. incomb. en cajas de madera				200	48	1,0
Depósitos Merc. incomb. en cajas de plástico				200	48	1,0
Depósitos Merc. incomb. en casilleros de madera				100	24	2,0
Depósitos Merc. incomb. en estanterías de madera				100	24	1,0

(Continúa)

Tabla 1.2. Valores de densidad de carga de fuego media de diversos procesos industriales, de almacenamiento de productos y riesgo de activación asociado, R_a *(Continuación)*

ACTIVIDAD	Fabricación y venta			Almacenamiento		
	Q_s		R_a	q_v		R_a
	MJ/m²	Mcal/m²		MJ/m³	Mcal/m³	
Depósitos Merc. incomb. en estanterías metálicas				20	5	1,0
Depósitos Merc. incomb. en paletas de madera				3.400	817	2,0
Diluyentes				3.400	817	2,0
Discos, discos compactos y similares	600	144	1,5	3.400	817	1,5
Droguerías	1.000	240	2,0	800	192	1,5
Edificios frigoríficos	2.000	481	2,0			
Electricidad, almacén de materiales de				400	96	1,0
Electricidad, taller de	600	144	1,5			
Embalaje de material impreso	1.700	409	2,0			
Embalaje de mercancías combustibles	600	144	1,5			
Embalaje de mercancías incombustibles	400	96	1,0			
Embalaje de productos alimenticios	800	192	1,5			
Embalaje de textiles	600	144	1,5			
Emisoras de radio	80	19	1,0			
Encuadernación	1.000	240	2,0			
Escobas	700	168	1,5	400	96	1,0
Esculturas de piedra	40	10	1,0			
Especias	40	10	1,0	200	48	1,5
Espumas sintéticas	3.000	721	1,5	2.500	601	2,0
Espumas sintéticas, artículos de	600	144	1,5	800	192	1,5
Esquíes	400	96	1,5	1.700	409	2,0
Estampación de productos sintéticos (cuero, etc.)	300	72	1,0	1.700	409	2,0
Estampado de materias sintéticas	400	96	1,0			
Estampado de metales	100	24	1,0			
Estilográficas	200	48	1,0			
Estudios de televisión	300	72	1,0			
Estufas de gas	200	48	1,0			
Expedición de aparatos, parcialmente sintéticos	700	168	1,0			
Expedición de aparatos, totalmente sintéticos	1.000	240	1,0			
Expedición de artículos de cristal	700	168	2,0			

(Continúa)

Tabla 1.2. Valores de densidad de carga de fuego media de diversos procesos industriales, de almacenamiento de productos y riesgo de activación asociado, R_a *(Continuación)*

ACTIVIDAD	Fabricación y venta			Almacenamiento		
	Q_s		R_a	q_v		R_a
	MJ/m²	Mcal/m²		MJ/m³	Mcal/m³	
Expedición de artículos de hojalata	200	48	1,0			
Expedición de artículos impresos	1.700	409	2,0			
Expedición de artículos sintéticos	1.000	240	2,0			
Expedición de bebidas	300	72	1,0			
Expedición de cartonaje	600	144	1,5			
Expedición de ceras y barnices	1.300	313	2,0			
Expedición de muebles	600	144	1,5			
Expedición de pequeños artículos de madera	600	144	1,5			
Expedición de productos alimenticios	1.000	240	2,0			
Expedición de textiles	600	144	1,5			
Exposición de automóviles	200	48	1,0			
Exposición de cuadros	200	48	1,0			
Exposición de máquinas	80	19	1,0			
Exposición de muebles	500	120	1,5			
Farmacias (almacenes incluidos)	800	192	1,5			
Féretros de madera	500	120	1,5			
Fibras de coco				8.400	2.019	2,0
Fieltro	600	144	1,5	800	192	1,5
Fieltro, artículos de	500	120	1,5			
Flores artificiales	300	72	1,5	200	48	1,5
Flores, venta de	80	19	1,0			
Fontanería	200	48	1,0			
Forraje	2.000	481	2,0	3.300	793	2,0
Fósforo	300	72	1,5	25.100	6.034	2,0
Fósforos	300	72	1,5	800	192	2,0
Fotocopias, talleres	400	96	1,0			
Fotografía, laboratorios	100	24	1,0			
Fotografía, películas	1.000	240	2,0			
Fotografía, talleres	300	72	1,0			
Fotografía, tienda	300	72	1,0			

(Continúa)

Tabla 1.2. Valores de densidad de carga de fuego media de diversos procesos industriales, de almacenamiento de productos y riesgo de activación asociado, R_a *(Continuación)*

ACTIVIDAD	Fabricación y venta			Almacenamiento		
	Q_s		R_a	q_v		R_a
	MJ/m²	Mcal/m²		MJ/m³	Mcal/m³	
Fraguas	80	19	1,0			
Fundición de metales	40	10	1,0			
Funiculares	300	72	1,0			
Galvanoplastia	200	48	1,0			
Gasolineras	Reglamentación específica					
Grandes almacenes	400	96	1,5			
Granos	600	144	1,5	800	192	1,5
Grasas	1.000	240	2,0	18.000	4.327	2,0
Grasas comestibles	1.000	240	2,0	18.900	4.543	2,0
Grasas comestibles, expedición	900	216	1,5			
Guantes	500	120	1,5			
Guardarropa, armarios de madera	400	96	1,0			
Guardarropa, armarios metálicos	80	19	1,0			
Harina en sacos	2.000	481	2,0	8.400	2.019	2,0
Harina, fábrica o comercio sin almacén	1.700	409	2,0	13.000	3.125	2,0
Heladería	80		1,0			
Heno, balas de		0		1.000	240	2,0
Herramientas	200	48	1,0			
Hidrógeno				130.800	31.442	2,0
Hilados, cardados	300	72	2,0			
Hilados, encanillado-bobinado	600	144	1,5			
Hilados, hilatura	300	72	1,5			
Hilados, productos de hilo				1.700	409	2,0
Hilados, productos de lana				1.900	457	2,0
Hilados, torcido	300	72	1,5			
Hojalaterías	100	24	1,0			
Hormigón, artículos de	100	24	1,0			
Hornos	200	48	1,0			
Hule	700	168	1,5	1.300	313	2,0

(Continúa)

Tabla 1.2. Valores de densidad de carga de fuego media de diversos procesos industriales, de almacenamiento de productos y riesgo de activación asociado, R_a *(Continuación)*

ACTIVIDAD	Fabricación y venta			Almacenamiento		
	Q_s		R_a	q_v		R_a
	MJ/m²	Mcal/m²		MJ/m³	Mcal/m³	
Hule, artículos de	700	168	1,5	2.100	505	2,0
Imprentas, almacén				8.000	1.923	2,0
Imprentas, embalaje	2.000	481	2,0			
Imprentas, expedición	200	48	1,5			
Imprentas, salas de máquinas	400	96	1,5			
Imprentas, taller tipográfico	300	72	1,5			
Incineración de basuras	200	48	1,0			
Instaladores electricistas	200	48	1,0			
Instaladores, talleres	100	24	1,0			
Instrumentos de música	600	144	1,5			
Instrumentos de óptica	200	48	1,0	200	48	1,0
Jabón	200	48	1,0	4.200	1.010	1,5
Joyas, fabricación	200	48	1,0			
Joyas, venta	300	72	1,0			
Juguetes	500	120	1,5	800	192	1,5
Laboratorios bacteriológicos	200	48	1,0			
Laboratorios de física	200	48	1,0			
Laboratorios fotográficos	300	72	1,5			
Laboratorios metalúrgicos	200	48	1,0			
Laboratorios odontológicos	300	72	1,0			
Laboratorios químicos	500	120	1,5			
Láminas de hojalata	40	10	1,0			
Lámparas de incandescencia	40	10	1,0			
Lapiceros	500	120	1,5			
Lavadoras	300	72	1,0	400	96	1,0
Lavanderías	200	48	1,0			
Leche condensada	200	48	1,0	9.000	2.163	1,0
Leche en polvo	200	48	1,0	10.500	2.524	1,0
Legumbres frescas, venta	200	48	1,0			
Legumbres secas	1.000	240	2,0	400	96	1,5

(Continúa)

Tabla 1.2. Valores de densidad de carga de fuego media de diversos procesos industriales, de almacenamiento de productos y riesgo de activación asociado, R_a *(Continuación)*

ACTIVIDAD	Fabricación y venta			Almacenamiento		
	Q_s		R_a	q_v		R_a
	MJ/m²	Mcal/m²		MJ/m³	Mcal/m³	
Leña				2.500	601	2,0
Levadura	800	192	1,5			
Librerías	1.000	240	1,5			
Limpieza química	300	72	1,5			
Linóleo	500	120	1,5	5.000	1.202	2,0
Locales de desechos (diversas mercancías)	500	120	1,5			
Lúpulo				1.700	409	2,0
Madera en troncos				6.300	1.514	1,5
Madera, artículos de, barnizado	500	120	1,5			
Madera, artículos de, carpintería	700	168	1,5			
Madera, artículos ebanistería	700	168	1,5			
Madera, artículos de, expedición	600	144	1,5			
Madera, artículos de, impregnación	3.000	721	2,0			
Madera, artículos de, marquetería	500	120	1,5			
Madera, artículos de, pulimentado	200	48	1,0			
Madera, artículos de, secado	800	192	1,5			
Madera, artículos de, serrado	400	96	1,5			
Madera, artículos de, tallado	600	144	1,5			
Madera, artículos de, torneado	500	120	1,5			
Madera, artículos de, troquelado	700	168	1,5			
Madera, mezclada o variada	800	192	1,5	4.200	1.010	2,0
Madera, restos de				2.500	601	2,0
Madera, vigas y tablas				4.200	1.010	1,5
Madera, virutas				2.100	505	2,0
Malta				13.400	3.221	2,0
Mantequilla	700	168	1,5			
Máquinas	200	48	1,0			
Máquinas de coser	300	72	1,0			
Máquinas de oficina	300	72	1,0			
Marcos	300	72	1,0			

(Continúa)

Tabla 1.2. Valores de densidad de carga de fuego media de diversos procesos industriales, de almacenamiento de productos y riesgo de activación asociado, R_a *(Continuación)*

ACTIVIDAD	Fabricación y venta			Almacenamiento		
	Q_s		R_a	q_v		R_a
	MJ/m²	Mcal/m²		MJ/m³	Mcal/m³	
Mármol, artículos de	40	10	1,0			
Mataderos	40	10	1,0			
Material de oficina	700	168	1,5	1.300	313	2,0
Materiales de construcción, almacén				800	192	1,5
Materiales sintéticos	2.000	481	2,0	5.900	1.418	2,0
Materiales usados, tratamiento	800	192	1,5	3.400	817	2,0
Materias sintéticas inyectadas	500	120	1,5			
Materias sintéticas, artículos de	600	144	1,5	800	192	1,5
Materias sintéticas, estampado	400	96	1,0			
Materias sintéticas, expedición	1.000	240	2,0			
Materias sintéticas, soldadura de piezas	700	168	1,5			
Mecánica de precisión, taller	200	48	1,0			
Médica, consulta	200	48	1,0			
Medicamentos, embalaje	300	72	1,0	800	192	1,5
Medicamentos, venta	800	192	1,5		0	
Melaza				5.000	1.202	2,0
Mercería, venta	700	168	1,5	1.400	337	2,0
Mermelada	800	192	1,5			
Metales preciosos	200	48	1,0			
Metales, manufacturas en general	200	48	1,0			
Metálicas, grandes construcciones	80	19	1,0			
Minerales	40	10	1,0			
Mostaza	400	96	1,0			
Motocicletas	300	72	1,0			
Motores eléctricos	300	72	1,0			
Muebles de acero	300	72	1,0			
Muebles de madera	500	120	1,5	800	192	1,5
Muebles de madera, barnizado	500	120	1,5			
Muebles, barnizado de	200	48	1,5			
Muebles, carpintería	600	144	1,5			

(Continúa)

Tabla 1.2. Valores de densidad de carga de fuego media de diversos procesos industriales, de almacenamiento de productos y riesgo de activación asociado, R_a *(Continuación)*

ACTIVIDAD	Fabricación y venta			Almacenamiento		
	Q_s		R_a	q_v		R_a
	MJ/m²	Mcal/m²		MJ/m³	Mcal/m³	
Muebles, tapizado sin espuma sintética	500	120	1,5	400	96	1,0
Muebles, venta	400	96	1,5			
Muelles de carga con mercancías	800	192	1,5			
Municiones	Especial	Especial	Especial	4.500	1.082	2,0
Museos	300	72	1,0			
Música, tienda de	300	72	1,0			
Negro de humos, en sacos				12.600	3.029	2,0
Neumáticos	700	168	1,5	1.800	433	2,0
Neumáticos de automóviles	700	168	1,5	1.500	361	2,0
Nitrocelulosa	Especial	Especial	Especial	1.100	264	2,0
Oficinas comerciales	800	192	1,5			
Oficinas postales	400	96	1,0			
Oficinas técnicas	600	144	1,0			
Orfebrería	200	48	1,0			
Oxígeno	Especial	Especial	Especial			
Paja prensada				800	192	1,5
Paja, artículos de	400	96	1,5			
Paja, embalajes de	400	96	1,5			
Paletas de madera	1.000	240	2,0	1.300	313	2,0
Palillos	500	120	1,5			
Panaderías industriales	1.000	240	1,5			
Panaderías, almacenes	300	72	1,0			
Panaderías, laboratorios y hornos	200	48	1,0			
Paneles de corcho	500	120	1,5			
Paneles de madera aglomerada	300	72	1,5	6.700	1.611	2,0
Paneles de madera contrachapada	800	192	1,5	6.700	1.611	2,0
Papel	200	48	1,0	10.000	2.404	2,0
Papel, apresto	500	120	1,5			
Papel, barnizado de	80	19	1,5			
Papel, desechos prensados				2.100	505	2,0

(Continúa)

Tabla 1.2. Valores de densidad de carga de fuego media de diversos procesos industriales, de almacenamiento de productos y riesgo de activación asociado, R_a *(Continuación)*

ACTIVIDAD	Fabricación y venta			Almacenamiento		
	Q_s		R_a	q_v		R_a
	MJ/m²	Mcal/m²		MJ/m³	Mcal/m³	
Papel el, tratam. de la madera y materias celulósicas	80	19	1,5			
Papel, tratamiento-fabricación	700	168	1,5			
Papel, viejo o granel				8.400	2.019	2,0
Papelería	800	192	1,5	1.100	264	2,0
Papelería, venta	700	168	1,5			
Paraguas	300	72	1,0	400	96	1,0
Paraguas, venta	300	72	1,0			
Parquets	2.000	481	2,0	1.200	288	2,0
Pastas alimenticias	1.300	313	2,0	1.700	409	1,5
Pastas alimenticias, expedición	1.000	240	2,0			
Pegamentos combustibles	1.000	240	1,5	3.400	817	2,0
Pegamentos incombustibles	800	192	1,5	3.400	817	2,0
Peletería, productos de	500	120	1,5	1.200	288	1,5
Peletería, venta	200	48	1,0			
Películas, copias	600	144	1,5			
Películas, talleres de	300	72	1,5			
Perfumería, artículos de	300	72	1,0	500	120	1,5
Perfumería, venta de artículos de	400	96	1,0		0	
Persianas, fabricación de	800	192	1,5	300	72	1,0
Piedras artificiales	40	10	1,0			
Piedras de afilar	80	19	1,0			
Piedras preciosas, tallado	80	19	1,0			
Piedras refractarias, artículos de	200	48	1,0			
Pieles, almacén		0		1.200	288	1,5
Pilas secas	400	96	1,0	600	144	1,5
Pinceles	700	168	1,5			
Placas de fibras blandas	300	72	1,0	800	192	1,5
Placas de resina sintética	300	72	1,0	4.200	1.010	1,5
Planeadores	600	144	1,5			

(Continúa)

Tabla 1.2. Valores de densidad de carga de fuego media de diversos procesos industriales, de almacenamiento de productos y riesgo de activación asociado, R_a *(Continuación)*

ACTIVIDAD	Fabricación y venta			Almacenamiento		
	Q_s		R_a	q_v		R_a
	MJ/m²	Mcal/m²		MJ/m³	Mcal/m³	
Porcelana	200	48	1,0			
Prendas de vestir	500	120	1,5	400	96	1,0
Prendas de vestir, venta	600	144	1,5			
Proceso de datos, sala de ordenador	400	96	1,5			
Producto de lavado (lejía materia prima)				500	120	1,5
Productos de amianto	80	19	1,0			
Productos de carnicería	40	10	1,0			
Productos de lavado (lejía)	300	72	1,0	200	48	1,0
Productos de reparación de calzado	800	192	1,5	2.100	505	2,0
Productos farmacéuticos	200	48	1,5			
Productos lácteos	200	48	1,0			
Productos laminados salvo chapa y alambre	100	24	1,0			
Productos químicos combustibles	300	72	2,0	1.000	240	2,0
Puertas de madera	800	192	1,5	1.800	433	2,0
Puertas plásticas	700	168	1,5	4.200	1.010	2,0
Quesos	100	24	1,5	2.500	601	2,0
Quioscos de periódicos	1.300	313	2,0			
Radiología, gabinete de	200	48	1,0			
Refinerías de petróleo	Reglamentación específica					
Refrigeradores	1.000	240	2,0	300	72	1,0
Rejilla, asientos y respaldos	400	96	1,0	1.300	313	2,0
Relojes	300	72	1,0	400	96	1,0
Relojes, reparación de	300	72	1,0			
Relojes, venta	300	72	1,0			
Resinas naturales	3.300	793	2,0			
Resinas sintéticas	3.400	817	2,0	4.200	1.010	2,0
Resinas sintéticas, placas de	800	192	1,5	3.400	817	2,0
Restaurantes	300	72	1,0			

(Continúa)

Tabla 1.2. Valores de densidad de carga de fuego media de diversos procesos industriales, de almacenamiento de productos y riesgo de activación asociado, R_a *(Continuación)*

ACTIVIDAD	Fabricación y venta			Almacenamiento		
	Q_s		R_a	q_v		R_a
	MJ/m²	Mcal/m²		MJ/m³	Mcal/m³	
Revestimientos de suelos combustibles	500	120	1,5	6.000	1.442	2,0
Revestimientos de suelos combustibles, venta	1.000	240	2,0			Ro-
damientos o cojinetes de bolas	200	48	1,0			
Sacos de papel	800	192	1,5	12.600	3.029	2,0
Sacos de plástico	600	144	2,0	25.200	6.058	2,0
Sacos de yute	500	120	1,5	800	192	1,5
Salinas, productos de	80	19	1,0			
Servicios de mesa	200	48	1,0			
Silos				Según material almacenado		
Sombrererías	500	120	1,5			
Sosa	40	10	1,0			
Sótanos, bodegas de casas residenciales	900	216	1,0			
Tabaco en bruto				1.700	409	2,0
Tabacos, artículos de	200	48	1,5	2.100	505	2,0
Tabacos, venta de artículos	500	120	1,5			
Talco	40	10	1,0			
Tallado de piedra	40	10	1,0			
Talleres de enchapado	800	192	1,5	2.900	697	1,5
Talleres de guarnicionería	300	72	1,0		0	
Talleres de pintura	500	120	1,5			
Talleres de reparación	400	96	1,0			
Talleres eléctricos	600	144	1,5			
Talleres mecánicos	200	48	1,0			
Tapicerías	800	192	1,5			
Tapicerías, artículos de	300	72	1,5	1.000	240	2,0
Tapices	600	144	1,5	1.700	409	2,0
Tapices, tintura	500	120	1,5			
Tapices, venta	800	192	1,5			

(Continúa)

Tabla 1.2. Valores de densidad de carga de fuego media de diversos procesos industriales, de almacenamiento de productos y riesgo de activación asociado, R_a *(Continuación)*

ACTIVIDAD	Fabricación y venta			Almacenamiento		
	Q_s		R_a	q_v		R_a
	MJ/m²	Mcal/m²		MJ/m³	Mcal/m³	
Teatros	300	72	1,0			
Teatros, bastidores				1.100	264	2,0
Tejares, cocción	40	10	1,0			
Tejares, hornos de secado y estanterías de madera	1.000	240	1,5			
Tejares, prensado	200	48	1,0			
Tejares, preparación de arcilla	40	10	1,0			
Tejares, secadero, estanterías de madera	400	96	1,0			
Tejares, secadero, estanterías metálicas	40	10	1,0			
Tejidos cáñamo, yute, lino				1.300	313	2,0
Tejidos de rafia	400	96	1,5			
Tejidos en general, almacén				2.000	481	2,0
Tejidos sintéticos	300	72	1,5	1.300	313	2,0
Tejidos, depósito de balas de algodón				1.300	313	2,0
Tejidos, seda artificial	300	72	1,5	1.000	240	2,0
Teléfonos	400	96	1,5	200	48	2,0
Teléfonos, centrales de	80	19	1,5			
Textiles				1.000	240	2,0
Textiles, apresto	300	72	1,0	1.100	264	2,0
Textiles, artículos de				600	144	1,5
Textiles, bajos de prendas	300	72	1,0	1.000	240	1,5
Textiles, blanqueado	500	120	1,5			
Textiles, bordado	300	72	1,0	1.300	313	2,0
Textiles, calandrado	500	120	1,5			
Textiles, confección	300	72	1,0			
Textiles, corte	500	120	1,5			
Textiles, de lino				1.300	313	2,0
Textiles, de yute	400	96	1,0	1.300	313	2,0

(Continúa)

Tabla 1.2. Valores de densidad de carga de fuego media de diversos procesos industriales, de almacenamiento de productos y riesgo de activación asociado, R_a *(Continuación)*

ACTIVIDAD	Fabricación y venta			Almacenamiento		
	Q_s		R_a	q_v		R_a
	MJ/m²	Mcal/m²		MJ/m³	Mcal/m³	
Textiles, embalaje	600	144	1,6			
Textiles, encajes				600	144	1,5
Textiles, estampado	700	168	1,5			
Textiles, expedición	600	144	1,5			
Textiles, forros	700	168	1,5			
Textiles, lencería	500	120	1,5	600	144	2,0
Textiles, mantas	500	120	1,5	1.900	457	2,0
Textiles, prendas de vestir	500	120	1,5	400	96	2,0
Textiles, preparación	300	72	1,5			
Textiles, ropa de cama	500	120	1,5			
Textiles, tejidos (fabricación)	300	72	1,5			
Textiles, teñido	500	120	1,5			
Textiles, tricotado	300	72	1,0	1.300	313	2,0
Textiles, venta	600	144	1,5			
Tintas	200	48	1,0			
Tintas de imprenta	700	168	1,5	3.000	721	2,0
Tintorerías	500	120	1,5			
Toldos o lonas	300	72	1,0	1.000	240	1,0
Toneles de madera	1.000	240	1,5	800	192	1,5
Toneles de plástico	600	144	1,5	800	192	1,5
Torneado de piezas de cobre/bronce	300	72	1,0			
Transformadores	300	72	1,5			
Transformadores, bobinado	600	144	1,5			
Transformadores, estación de	300	72	1,5			
Tubos fluorescentes	300	72	1,0			
Vagones, fabricación de	200	48	1,0			
Vehículos	300	72	1,5			
Venta por correspondencia,empresas de	400	96	1,5			

(Continúa)

Tabla 1.2. Valores de densidad de carga de fuego media de diversos procesos industriales, de almacenamiento de productos y riesgo de activación asociado, R_a *(Continuación)*

ACTIVIDAD	Fabricación y venta			Almacenamiento		
	Q_s		R_a	q_v		R_a
	MJ/m²	Mcal/m²		MJ/m³	Mcal/m³	
Ventanas de madera	800	192	1,5			
Ventanas de plástico	600	144	1,5			
Vidrio	80	19	1,0			
Vidrio, artículos de	200	48	1,5			
Vidrio, expedición	700	168	1,0			
Vidrio, plano, fábrica de	700	168	1,0			
Vidrio, talleres de soplado	200	48	1,5			
Vidrio, tintura de	300	72	1,5			
Vidrio, tratamiento de	200	48	1,5			
Vidrio, venta de artículos de	200	48	1,0			
Vinagre, producción de	80	19	1,0	100	24	1,0
Vulcanización	1.000	240	2,0			
Yeso	80	19	1,0			
Zulaque de vidrieros	1.000	240	2,0	1.300	313	2,0

Tabla 1.3

Nivel de riesgo intrínseco		Densidad de carga de fuego ponderada y corregida	
		Mcal/m²	MJ/m²
Bajo	1	$Q_s \leq 100$	$Q_s \leq 425$
	2	$100 < Q_s \leq 200$	$425 < Q_s \leq 850$
Medio	3	$200 < Q_s \leq 300$	$850 < Q_s \leq 1.275$
	4	$300 < Q_s \leq 400$	$1.275 < Q_s \leq 1.700$
	5	$400 < Q_s \leq 800$	$1.700 < Q_s \leq 3.400$
Alto	6	$800 < Q_s \leq 1.600$	$3.400 < Q_s \leq 6.800$
	7	$1.600 < Q_s \leq 3.200$	$6.800 < Q_s \leq 13.600$
	8	$3.200 < Q_s$	$13.600 < Q_s$

Tabla 1.4. Poder calorífico (q) de diversas sustancias

PRODUCTO	MJ/kg	Mcal/kg	PRODUCTO	MJ/kg	Mcal/kg	PRODUCTO	MJ/kg	Mcal/kg
Aceite de algodón	37,2	9	Carbón	31.4	7.5	Leche en polvo	16,7	4
Aceite de creosota	37,2	9	Carbono	33,5	8	Lino	16.7	4
Aceite de lino	37,2	9	Cartón	16.7	4	Linoleum	2,1	05
Aceite mineral	42	10	Cartón asfáltico	21	5	Madera	16.7	4
Aceite de oliva	42	10	Celuloide	16.7	4	Magnesio	25.1	6
Aceite de parafina	42	10	Celulosa	16,7	4	Malta	16.7	4
Acetaldehído	25,1	6	Cereales	16,7	4	Mantequilla	37.2	9
Acetamida	21	5	Chocolate	25,1	6	Metano	50,2	12
Acetato de amilo	33,5	8	Cicloheptano	46	11	Monóxido de carbono	8,4	2
Acetato de polivinilo	21	5	Ciclohexano	46	11	Nitrito de acetona	29,3	7
Acetona	29,3	7	Ciclopentano	46	11	Nitrocelulosa	8.4	2
Acetileno	50,2	12	Ciclopropano	50,2	12	Octano	46	11
Acetileno disuelto	16,7	4	Cloruro de polivinilo	21	5	Papel	16.7	4
Acido acético	16,7	4	Cola celulósica	37.2	9	Parafina	46	11
Acido benzóico	25,1	6	Coque de hulla	29.3	7	Pentano	50.2	12
Acroleína	29,3	7	Cuero	21	5	Petróleo	42	10
Aguarrás	42	10	Dietilamina	42	10	Poliamida	29,3	7
Albúmina vegetal	25,1	6	Dietilcetona	33.5	8	Policarbonato	29,3	7
Alcanfor	37.2	9	Dietileter	37.2	9	Poliéster	25,1	6
Alcohol alílico	33,5	8	Difenil	42	10	Poliestireno	42	10
Alcohol amílico	42	10	Dinamita (75 %)	4.2	1	Polietileno	42	10
Alcohol butílico	33.5	8	Dipenteno	46	11	Poliisobutileno	46	11
Alcohol cetílico	42	10	Ebonita	33.5	8	Politetrafluoretileno	4,2	1
Alcohol etílico	25,1	6	Etano	50.2	12	Poliuretano	25.1	6
Alcohol metílico	21	5	Eter amílico	42	10	Propano	46	11
Almidón	16,7	4	Eter etílico	33,5	8	Rayón	16,7	4
Anhídrido acético	16,7	4	Fibra de coco	25,1	6	Resina de pino	42	10
Anilina	37,2	9	Fenol	33.5	8	Resina de fenol	25.1	6
Antraceno	42	10	Fósforo	25.1	6	Resina de urea	21	5
Antracita	33,5	8	Furano	25.1	6	Seda	21 5	
Azúcar	16,7	4	Gasóleo	42	10	Sisal	16.7	4
Azufre	8,4	2	Glicerina	16,7	4	Sodio	4,2	1
Benzaldehído	33,5	8	Grasas	42	10	Sulfuro de carbono	12.5	3
Bencina	42	10	Gutapercha	46	11	Tabaco	16,7	4
Benzol	42	10	Harina de trigo	16,7	4	Té	16,7	4
Benzofena	33,8	8	Heptano	46	11	Tetralina	46	11
Butano	46	11	Hexametileno	46	11	Toluol	42	10
Cacao en polvo	16,7	4	Hexano	46	11	Triacetato	16.7	4
Café	16.7	4	Hidrógeno	142	34	Turba	33.5	8
Cafeina	21	5	Hidruro de magnesio	16,7	4	Urea	8,4	2
Calcio	4,2	1	Hidruro de sodio	8,4	2	Viscosa	16,7	4
Caucho	42	10	Lana	21	5			

ANEXO 2
Requisitos constructivos de los establecimientos industriales según su configuración, ubicación y nivel de riesgo intrínseco

Definiciones:

En este reglamento de seguridad contra incendios se emplean términos que pueden estar sujetos a diferentes interpretaciones.

Para evitar interpretaciones diversas, que pueden incluso llegar a ser contradictorias o establecerse en contra del espíritu del texto del reglamento, se establecen las siguientes definiciones para algunos de los términos incluidos en él.

A. Fachadas accesibles

Tanto el planeamiento urbanístico como las condiciones de diseño y construcción de los edificios, en particular el entorno inmediato, sus accesos, sus huecos en fachada, etc., deben posibilitar y facilitar la intervención de los servicios de extinción de incendios.

Las autoridades locales podrán regular las condiciones que estimen precisas para cumplir lo anterior; en ausencia de regulación normativa por las autoridades locales, se puede adoptar las recomendaciones que se indican a continuación.

Se consideran fachadas accesibles de un edificio, o establecimiento industrial, aquellas que dispongan de huecos que permitan el acceso desde el exterior al personal del servicio de extinción de incendios.

Los huecos de la fachada deberán cumplir las condiciones siguientes:

a) Facilitar el acceso a cada una de las plantas del edificio, de forma que la altura del alféizar respecto del nivel de la planta a la que accede no sea mayor que 1,20 m.
b) Sus dimensiones horizontal y vertical deben ser al menos 0,80 m y 1,20 m, respectivamente. La distancia máxima entre los ejes verticales de dos huecos consecutivos no debe exceder de 25 m, medida sobre la fachada.
c) No se deben instalar en fachada elementos que impidan o dificulten la accesibilidad al interior del edificio a través de dichos huecos, a excepción de los elementos de seguridad situados en los huecos de las plantas cuya altura de evacuación no exceda de nueve m.

Además, para considerar como fachada accesible la así definida, deberán cumplirse las condiciones del entorno del edificio y las de aproximación a este que a continuación se recogen:

A.1. *Condiciones del entorno de los edificios*

a) Los edificios con una altura de evacuación descendente mayor que nueve m deben disponer de un espacio de maniobra apto para el paso de vehículos, que cumpla las siguientes condiciones a lo largo de las fachadas accesibles:

1. Anchura mínima libre: seis m.
2. Altura libre: la del edificio.
3. Separación máxima del edificio: 10 m.
4. Distancia máxima hasta cualquier acceso principal al edificio: 30 m.
5. Pendiente máxima: 10 por ciento.
6. Capacidad portante del suelo: 2.000 kp/m^2.
7. Resistencia al punzonamiento del suelo: 10 t sobre 20 cm Ø.

La condición referida al punzonamiento debe cumplirse en las tapas de registro de las canalizaciones de servicios públicos, sitas en este espacio, cuando sus dimensiones fueran mayores que 0,15 m x 0,15 m, y deberán ceñirse a las especificaciones de la norma UNE-EN 124:1995.

El espacio de maniobra se debe mantener libre de mobiliario urbano, arbolado, jardines, mojones u otros obstáculos.

En edificios en manzana cerrada, cuyos únicos accesos y huecos estén abiertos exclusivamente hacia patios o plazas interiores, deberá existir un acceso a estos para los vehículos del servicio de extinción de incendios. Tanto las plazas o patios como los accesos antes citados cumplirán lo ya establecido previamente y lo previsto en el apartado A.2.

b) En zonas edificadas limítrofes o interiores a áreas forestales, deben cumplirse las condiciones indicadas en el apartado 10 de este apéndice.

A.2. *Condiciones de aproximación de edificios*

Los viales de aproximación hasta las fachadas accesibles de los establecimientos industriales, así como los espacios de maniobra a los

que se refiere el apartado anterior, deben cumplir las condiciones siguientes:

1. Anchura mínima libre: cinco m.
2. Altura mínima libre o gálibo: 4,50 m.
3. Capacidad portante del vial: 2.000 kp/m².

En los tramos curvos, el carril de rodadura debe quedar delimitado por la traza de una corona circular cuyos radios mínimos deben ser 5,30 m y 12,50 m, con una anchura libre para circulación de 7,20 m.

B. Estructura portante

Se entenderá por estructura portante de un edificio la constituida por los siguientes elementos: forjados, vigas, soportes y estructura principal y secundaria de cubierta.

C. Estructura principal de cubierta y sus soportes

Se entenderá por estructura principal de cubierta y sus soportes la constituida por la estructura de cubierta propiamente dicha (dintel, cercha) y los soportes que tengan como función única sustentarla, incluidos aquellos que, en su caso, soporten además una grúa.

A estos efectos, los elementos estructurales secundarios, por ejemplo, correas de cubierta, no serán considerados parte constituyente de la estructura principal de cubierta.

D. Cubierta ligera

Se calificará como ligera toda cubierta cuyo peso propio no exceda de 100 kg/m².

E. Carga permanente

Se interpretará como carga permanente, a los efectos de calificación de una cubierta como ligera, la resultante de tener en cuenta el conjunto formado por la estructura principal de pórticos de cubierta, más las correas y materiales de cobertura.

En el caso de existencia de grúas deberá tenerse en cuenta, además, para el cómputo de la carga permanente, el peso propio de la viga carril, así como el de la propia estructura de la grúa sobre la que se mueve el polipasto.

1. Ubicaciones no permitidas de sectores de incendio con actividad industrial.

No se permite la ubicación de sectores de incendio con las actividades industriales incluidas en el *artículo 2*:

a) De riesgo intrínseco alto, en configuraciones de *tipo A*, según el anexo I.
b) De riesgo intrínseco medio, en planta bajo rasante, en configuraciones de *tipo A*, según el anexo I.
c) De riesgo intrínseco, medio, en configuraciones de *tipo A*, cuando la longitud de su fachada accesible sea inferior a cinco m.
d) De riesgo intrínseco medio o bajo, en planta sobre rasante cuya altura de evacuación sea superior a 15 m, en configuraciones de *tipo A*, según el anexo I.
e) De riesgo intrínseco alto, cuando la altura de evacuación del sector en sentido descendente sea superior a 15 m, en configuración de *tipo B*, según el anexo I.
f) De riesgo intrínseco medio o alto, en configuraciones de *tipo B*, cuando la longitud de su fachada accesible sea inferior a cinco m.
g) De cualquier riesgo, en segunda planta bajo rasante en configuraciones de *tipo A*, de *tipo B* y de *tipo C*, según el anexo I.
h) De riesgo intrínseco alto A-8, en configuraciones de *tipo B*, según el anexo I.
i) De riesgo intrínseco medio o alto, a menos de 25 m de masa forestal, con franja perimetral permanentemente libre de vegetación baja arbustiva.

2. Sectorización de los establecimientos industriales.

Todo establecimiento industrial constituirá, al menos, un sector de incendio cuando adopte las configuraciones de *tipo A*, *tipo B* o *tipo C*, o constituirá un área de incendio cuando adopte las configuraciones de *tipo D o tipo E*, según el anexo I.

2.1. La máxima superficie construida admisible de cada sector de incendio será la que se indica en la Tabla 2.1.

Tabla 2.1. Máxima superficie construida admisible de cada sector de incendio

Riesgo intrínseco del sector de incendio		Configuración del establecimiento		
		Tipo A (m^2)	Tipo B (m^2)	Tipo C (m^2)
Bajo		(1) (2) (3)	(2) (3) (5)	(3) (4)
	1	2.000	6.000	Sin límite
	2	1.000	4.000	6.000
Medio		(1) (2) (3)	(2) (3)	(3) (4)
	3	500	3.500	5.000
	4	400	3.000	4.000
	5	300	2.500	3.500
Alto		No admitido	(3)	(3) (4)
	6		2.000	3.000
	7		1.500	2.500
	8		No admitido	2.000

(1) Si el sector de incendio está situado en primer nivel bajo rasante de calle, la máxima superficie construida admisible es de 400 m^2, que puede incrementarse por aplicación de las notas (2) y (3).
(2) Si la fachada accesible del establecimiento industrial es superior al 50 por ciento de su perímetro, las máximas superficies construidas admisibles, indicadas en la tabla 2.1, pueden multiplicarse por 1,25.
(3) Cuando se instalen sistemas de rociadores automáticos de agua que no sean exigidos preceptivamente por este reglamento (anexo III), las máximas superficies construidas admisibles, indicadas en la tabla 2.1, pueden multiplicarse por 2.
(Las notas (2) y (3) pueden aplicarse simultáneamente).
(4) En configuraciones de tipo C, si la actividad lo requiere, el sector de incendios puede tener cualquier superficie, siempre que todo el sector cuente con una instalación fija automática de extinción y la distancia a límites de parcelas con posibilidad de edificar en ellas sea superior a 10 m.
(5) Para establecimientos industriales de tipo B, de riesgo intrínseco BAJO 1, cuya única actividad sea el almacenamiento de materiales de clase A y en el que los materiales de construcción empleados, incluidos los revestimientos, sean de clase A en su totalidad, se podrá aumentar la superficie máxima permitida del sector de incendio hasta 10.000 m^2.

2.2. La distribución de los materiales combustibles en las áreas de incendio en configuraciones de tipo D y de tipo E deberán cumplir los siguientes requisitos:

1. Superficie máxima de cada pila: 500 m^2.
2. Volumen máximo de cada pila: 3.500 m^3.

3. Altura máxima de cada pila: 15 m.
4. Longitud máxima de cada pila: 45 m si el pasillo entre pilas es > 2,5 m; 20 m si el pasillo entre pilas es > 1,5 m.

3. Materiales.

Las exigencias de comportamiento al fuego de los productos de construcción se definen determinando la clase que deben alcanzar, según la norma UNE-EN 13501-1 para aquellos materiales para los que exista norma armonizada y ya esté en vigor el marcado «CE».

Las condiciones de reacción al fuego aplicable a los elementos constructivos se justificarán:

a) Mediante la clase que figura en cada caso, en primer lugar, conforme a la nueva clasificación europea.
b) Mediante la clase que figura en segundo lugar entre paréntesis, conforme a la clasificación que establece la norma UNE-23727.

Los productos de construcción cuya clasificación conforme a la norma UNE 23727:1990 sea válida para estas aplicaciones podrán seguir siendo utilizados después de que finalice su período de coexistencia, hasta que se establezca una nueva regulación de la reacción al fuego para dichas aplicaciones basada en sus escenarios de riesgo específicos. Para poder acogerse a esta posibilidad, los productos deberán acreditar su clase de reacción al fuego conforme a la normativa 23727:1990 mediante un sistema de evaluación de la conformidad equivalente al correspondiente al del marcado «CE» que les sea aplicable.

3.1. Productos de revestimientos: los productos utilizados como revestimiento o acabado superficial deben ser:

En suelos: C_{FL}-s1 (M2) o más favorable.
En paredes y techos: C-s3 d0(M2), o más favorable.

Los lucernarios que no sean continuos o instalaciones para eliminación de humo que se instalen en las cubiertas serán al menos de clase D-s2d0 (M3) o más favorable.

Los materiales de los lucernarios continuos en cubierta serán B-s1d0 (M1) o más favorable.

Los materiales de revestimiento exterior de fachadas serán C-s3d0 (M2) o más favorables.

3.2. Productos incluidos en paredes y cerramientos.

Cuando un producto que constituya una capa contenida en un suelo, pared o techo sea de una clase más desfavorable que la exigida al revestimiento correspondiente, según el apartado 3.1, la capa y su revestimiento, en su conjunto, serán, como mínimo, EI 30 (RF-30).

Este requisito no será exigible cuando se trate de productos utilizados en sectores industriales clasificados según el anexo I como de riesgo intrínseco bajo, ubicados en edificios de *tipo B* o de *tipo C* para los que será suficiente la clasificación Ds3 d0 (M3) o más favorable, para los elementos constitutivos de los productos utilizados para paredes o cerramientos.

3.3. Otros productos: los productos situados en el interior de falsos techos o suelos elevados, tanto los utilizados para aislamiento térmico y para acondicionamiento acústico como los que constituyan o revistan conductos de aire acondicionado o de ventilación, etc., deben ser de clase C-s3 d0 (M1) o más favorable. Los cables deberán ser no propagadores de incendio y con emisión de humo y opacidad reducida.

3.4. La justificación de que un producto de construcción alcanza la clase de reacción al fuego exigida se acreditará mediante ensayo de tipo o certificado de conformidad a normas UNE, emitidos por un organismo de control que cumpla los requisitos establecidos en el *Real Decreto 2200/1995*, de 28 de diciembre.

Conforme los distintos productos deban contener con carácter obligatorio el marcado «CE», los métodos de ensayo aplicables en cada caso serán los definidos en las normas UNE-EN y UNE-EN ISO. La clasificación será conforme con la norma UNE-EN 13501-1.

3.5. Los productos de construcción pétreos, cerámicos y metálicos, así como los vidrios, morteros, hormigones o yesos, se considerarán de clase A 1 (M0).

4. Estabilidad al fuego de los elementos constructivos portantes.

Las exigencias de comportamiento ante el fuego de un elemento constructivo portante se definen por el tiempo en minutos, durante el que dicho elemento debe mantener la estabilidad mecánica (o capacidad portante) en el ensayo normalizado conforme a la norma correspondiente de las incluidas en la Decisión 2000/367/CE de la Comisión, de 3 de mayo de 2000, modificada por la Decisión 2003/629/CE de la Comisión.

La estabilidad ante al fuego, exigible a los elementos constructivos portantes en los sectores de incendio de un establecimiento industrial, puede determinarse:

1. Mediante la adopción de los valores que se establecen en este *anexo II, apartado 4.1* o más favorable.
2. Por procedimientos de cálculo, analítico o numérico, de reconocida solvencia o justificada validez.

4.1. La estabilidad al fuego de los elementos estructurales con función portante y escaleras que sean recorrido de evacuación no tendrá un valor inferior al indicado en la Tabla 2.2.

Tabla 2.2. Estabilidad al fuego de elementos estructurales portantes

Nivel de riesgo intrínseco	Tipo A		Tipo B		Tipo C	
	Planta sótano	Planta sobre rasante	Planta sótano	Planta sobre rasante	Planta sótano	Planta sobre rasante
Bajo	R 120 (EF-120)	R 90 (EF-90)	R 90 (EF-90)	R 60 (EF-60)	R 60 (EF-60)	R 30 (EF-30)
Medio	No admitido	R 120 (EF-120)	R 120 (EF-120)	R 90 (EF-90)	R 90 (EF-90)	R 60 (EF-60)
Alto	No admitido	No admitido	R 180 (EF-180)	R 120 (EF-120)	R 120 (EF-120)	R 90 (EF-90)

Con independencia de la estabilidad al fuego exigida en la Tabla 2.2, para los establecimientos industriales ubicados en edificios con otros usos, el valor exigido a sus elementos estructurales no será inferior a la exigida al conjunto del edificio en aplicación de la normativa que sea de aplicación.

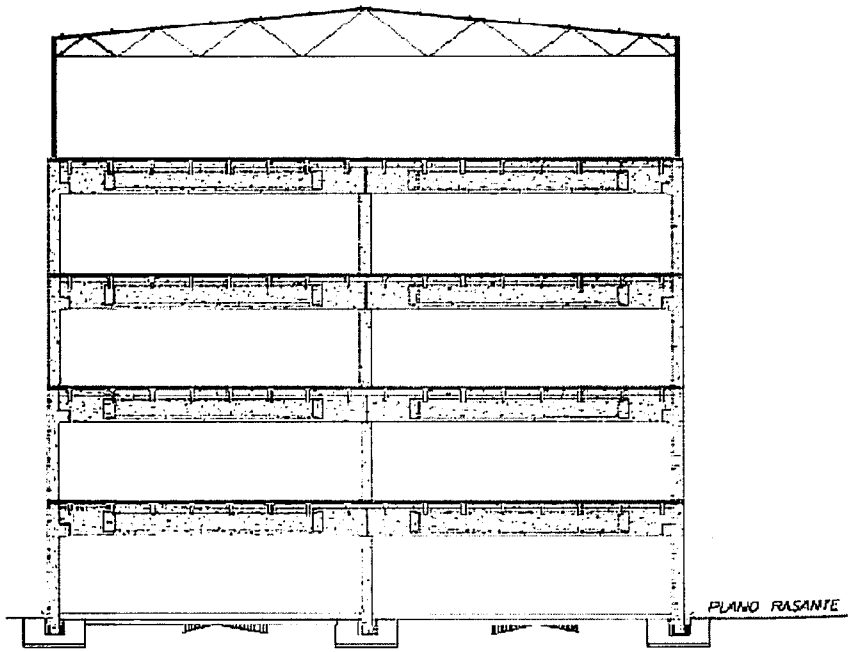
4.2. Para la estructura principal de cubiertas ligeras y sus soportes en plantas sobre rasante, no previstas para ser utilizadas en la evacuación de los ocupantes, siempre que se justifique que su fallo no pueda ocasionar daños graves a los edificios o establecimientos próximos, ni comprometan la estabilidad de otras plantas inferiores o la sectorización de incendios implantada y, si su riesgo intrínseco es medio o alto, disponga de un sistema de extracción de humos, se podrán adoptar los valores siguientes:

Tabla 2.3

Nivel de riesgo intrínseco	Tipo B	Tipo C
	Sobre rasante	Sobre rasante
Riesgo bajo	R 15 (EF-15)	No se exige
Riesgo medio	R 30 (EF-30)	R 15 (EF-15)
Riesgo alto	R 60 (EF-60)	R 30 (EF-30)

Tipologías concretas.

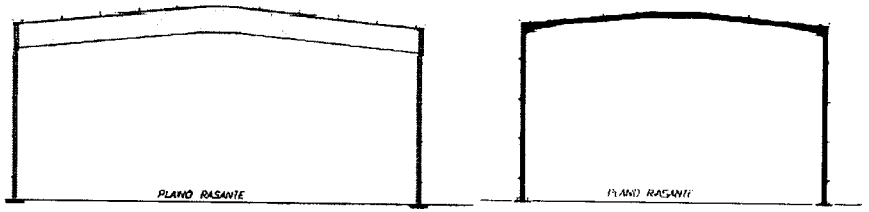
4.2.1. Cubiertas ligeras en ubicación de *tipo A*.



Edificación en altura

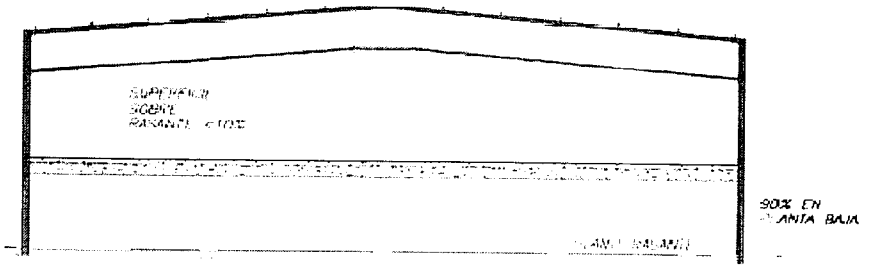
La columna «*tipo C*, sobre rasante» de la *Tabla 2.3* será también de aplicación a la estructura principal de cubiertas ligeras en edificios exentos y a una distancia mayor de tres m respecto al límite de parcela colindante, en configuración de *tipo A*.

4.2.2. Naves industriales en planta baja.



La *Tabla 2.3* será también de aplicación a las estructuras principales de cubiertas ligeras y sus soportes en edificios en planta baja.

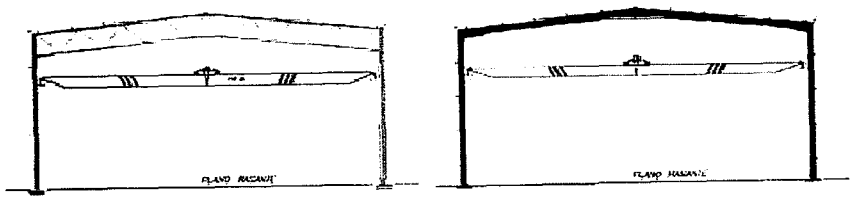
4.2.3. Naves industriales con entreplanta.



La *Tabla 2.3* será también de aplicación tanto a la estructura principal de cubiertas ligeras como a los soportes que sustentan una entreplanta, en edificios industriales de *tipo B y C*, siempre que se cumpla que el 90 por ciento de la superficie del establecimiento, como mínimo, esté en planta baja, y el 10 por ciento, en planta sobre rasante, y se justifique mediante cálculos que la entreplanta puede soportar el fallo de la cubierta, y que los recorridos de evacuación, desde cualquier punto del establecimiento industrial hasta una salida de planta o del edificio, no superen los 25 metros.

Para actividades clasificadas de riesgo intrínseco bajo, la entreplanta podrá ser de hasta el 20 por ciento de la superficie total, y los recorridos de evacuación hasta una salida del edificio, de 50 m, siempre que el número de ocupantes sea inferior a 25 personas.

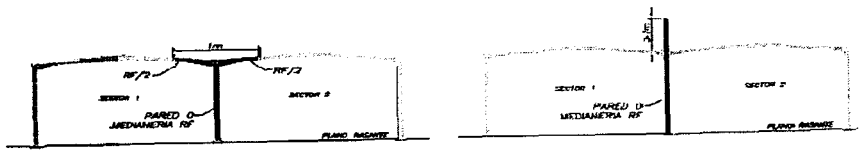
4.2.4. Naves industriales con puentes grúa.



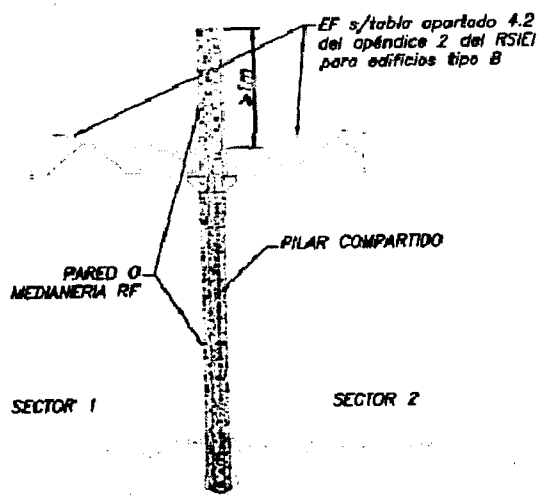
La *Tabla 2.3* será también de aplicación a las estructuras principales de cubierta ligeras que, en su caso, soporten, además, una grúa (p.ej: grúa pluma o puente grúa), considerada sin carga.

4.2.5. Naves industriales de *tipo A* con medianerías (edificación en planta baja).

A las cubiertas ligeras de los edificios industriales de *tipo A* con medianerías, será de aplicación lo previsto en el párrafo del apartado 5.4.



Estabilidad al fuego s/*Tabla 2.3*, para edificios *tipo B*.



La estructura principal de la cubierta puede adoptar los valores de estabilidad ante el fuego de la *Tabla 2.3* correspondientes a los valores de establecimiento de *tipo B*.

Esta condición no será aplicable cuando la cubierta sea compartida por dos o más establecimientos industriales distintos.

4.3. En edificios de una sola planta con cubierta ligera, cuando la superficie total del sector de incendios esté protegida por una instalación de rociadores automáticos de agua y un sistema de evacuación de humos, los valores de la estabilidad al fuego de las estructuras portantes podrán adoptar los siguientes valores:

Tabla 2.4

Nivel de riesgo intrínseco	Edificio de una sola planta		
	Tipo A	Tipo B	Tipo C
Riesgo bajo	R 60 (EF-60)	No se exige	No se exige
Riesgo medio	R 90 (EF-90)	R 15 (EF-15)	No se exige
Riesgo alto	No admitido	R 30 (EF-30)	R 15 (EF-1 5)

Nota: cuando, de acuerdo con la *Tabla 2.3* o la *Tabla 2.4*, esté permitido no justificar la estabilidad al fuego de la estructura, deberá señalizarse en el acceso principal del edificio para que el personal de los servicios de extinción tenga conocimiento de esta particularidad.

En los establecimientos industriales de una sola planta, o con zonas administrativas en más de una planta pero compartimentadas del uso industrial según su reglamentación específica, situados en edificios de *tipo C*, separados al menos 10 m de límites de parcelas con posibilidad de edificar en ellas, no será necesario justificar la estabilidad al fuego de la estructura.

4.4. La justificación de que un elemento constructivo portante alcanza el valor de estabilidad al fuego exigido se acreditará:

a) Por contraste con los valores fijados en el apéndice 1 de la Norma básica de la edificación: condiciones de protección contra incendios en los edificios, en su caso.

b) Mediante marca de conformidad, con normas UNE o certificado de conformidad, con las especificaciones técnicas indicadas en este reglamento.

Las marcas de conformidad, certificados de conformidad y ensayos de tipo serán emitidos por un organismo de control que cumpla las exigencias del *Real Decreto 2200/1995*, de 28 de diciembre.

c) Por aplicación de un método de cálculo teórico-experimental de reconocido prestigio.

5. Resistencia al fuego de elementos constructivos de cerramiento.

Las exigencias de comportamiento ante el fuego de un elemento constructivo de cerramiento (o delimitador) se definen por los tiempos durante los que dicho elemento debe mantener las siguientes condiciones, durante el ensayo normalizado conforme a la norma que corresponda de las incluidas en la Decisión 2000/367/CE de la Comisión, de 3 de mayo de 2000, modificada por la Decisión 2003/629/CE de la Comisión:

a) Capacidad portante R.
b) Integridad al paso de llamas y gases calientes E.
c) Aislamiento térmico I.

Estos tres supuestos se consideran equivalentes en los especificados en la norma UNE 23093.

a) Estabilidad mecánica (o capacidad portante).
b) Estanqueidad al paso de llamas o gases calientes.
c) No emisión de gases inflamables en la cara no expuesta al fuego.
d) Aislamiento térmico suficiente para impedir que la cara no expuesta al fuego supere las temperaturas que establece la norma correspondiente.

5.1. La resistencia al fuego de los elementos constructivos delimitadores de un sector de incendio respecto de otros no será inferior a la estabilidad al fuego exigida en la *Tabla 2.2*, para los elementos constructivos con función portante en dicho sector de incendio.

5.2. La resistencia al fuego de toda medianería o muro colindante con otro establecimiento será, como mínimo,

	Sin función portante	Con función portante
Riesgo bajo	EI 120	REI 120 (RF-120)
Riesgo medio	EI 180	REI 180 (RF-180)
Riesgo alto	EI 240	REI 240 (RF-240)

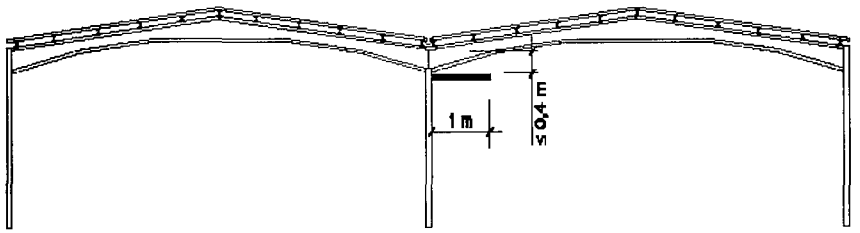
5.3. Cuando una medianería, un forjado o una pared que compartimente sectores de incendio acometa a una fachada, la resistencia al fuego de esta será, al menos, igual a la mitad de la exigida a aquel elemento constructivo, en una franja cuya anchura será, como mínimo, de un m.

Cuando el elemento constructivo acometa en un quiebro de la fachada y el ángulo formado por los dos planos exteriores de aquella sea menor que 135°, la anchura de la franja será, como mínimo, de dos m.

La anchura de esta franja debe medirse sobre el plano de la fachada y, en caso de que existan en ella salientes que impidan el paso de las llamas, la anchura podrá reducirse en la dimensión del citado saliente.

5.4. Cuando una medianería o un elemento constructivo de compartimentación en sectores de incendio acometa a la cubierta, la resistencia al fuego de esta será, al menos, igual a la mitad de la exigida a aquel elemento constructivo, en una franja cuya anchura sea igual a un m. Esta franja podrá encontrarse:

a) Integrada en la propia cubierta, siempre que se justifique la permanencia de la franja tras el colapso de las partes de la cubierta no resistente.
b) Fijada en la estructura de la cubierta, cuando esta tenga al menos la misma estabilidad al fuego que la resistencia exigida a la franja.
c) Formada por una barrera de un m de ancho que justifique la resistencia al fuego requerida y se sitúe por debajo de la cubierta fijada a la medianería. La barrera no se instalará en ningún caso a una distancia mayor de 40 cm de la parte inferior de la cubierta.



La justificación de la resistencia al fuego de dicha franja se realizará mediante ensayo de tipo. Dicho ensayo se realizará en las condiciones finales de uso, incluyendo los soportes o sistemas de sujeción.

No obstante, si la medianería o el elemento compartimentador se prolonga un m por encima de la cubierta, como mínimo, no es necesario que la cubierta cumpla la condición anterior.

5.5. La distancia mínima, medida en proyección horizontal, entre una ventana y un hueco, o lucernario, de una cubierta será mayor de 2,50 m cuando dichos huecos y ventanas pertenezcan a sectores de incendio distintos y la distancia vertical, entre ellos, sea menor de cinco m.

5.6. Las puertas de paso entre dos sectores de incendio tendrán una resistencia al fuego, al menos, igual a la mitad de la exigida al elemento que separe ambos sectores de incendio, o bien a la cuarta parte de aquella cuando el paso se realice a través de un vestíbulo previo.

Los elementos compartimentadores móviles no serán asimilables a puertas de paso a efectos de la reducción de su resistencia al fuego.

5.7. Todos los huecos, horizontales o verticales, que comuniquen un sector de incendio con un espacio exterior a él deben ser sellados de modo que mantengan una resistencia al fuego que no será menor de:

a) La resistencia al fuego del sector de incendio, cuando se trate de compuertas de canalizaciones de aire de ventilación, calefacción o acondicionamiento de aire.
b) La resistencia al fuego del sector de incendio, cuando se trate de sellados de orificios de paso de mazos o bandejas de cables eléctricos.

c) Un medio de la resistencia al fuego del sector de incendio, cuando se trate de sellados de orificios de paso de canalizaciones de líquidos no inflamables ni combustibles.
d) La resistencia al fuego del sector de incendio, cuando se trate de sellados de orificios de paso de canalizaciones de líquidos inflamables o combustibles.
e) Un medio de la resistencia al fuego del sector de incendio, cuando se trate de tapas de registro de patinillos de instalaciones.
f) La resistencia al fuego del sector de incendio, cuando se trate de cierres practicables de galerías de servicios comunicadas con el sector de incendios.
g) La resistencia al fuego del sector de incendio, cuando se trate de compuertas o pantallas de cierre automático de huecos verticales de manutención, descarga de tolvas o comunicación vertical de otro uso.

Cuando las tuberías que atraviesen un sector de incendios estén hechas de material combustible o fusible, el sistema de sellado debe asegurar que el espacio interno que deja la tubería al fundirse o arder también queda sellado.

Los sistemas que incluyen conductos, tanto verticales como horizontales, que atraviesen elementos de compartimentación y cuya función no permita el uso de compuertas (extracción de humos, ventilación de vías de evacuación, etc.), deben ser resistentes al fuego o estar adecuadamente protegidos en todo su recorrido con el mismo grado de resistencia al fuego que los elementos atravesados, y ensayados conforme a las normas UNE-EN aplicables.

No será necesario el cumplimiento de estos requisitos si la comunicación del sector de incendio a través del hueco es al espacio exterior del edificio, ni en el caso de tuberías de agua a presión, siempre que el hueco de paso esté ajustado a ellas.

5.8. La resistencia al fuego del cerramiento que delimita un establecimiento de tipo D (excepto los de riesgo bajo 1), respecto a límites de parcelas con posibilidad de edificar en ellas, debe ser como mínimo EI 120, a no ser que la actividad se realice a una distancia igual o mayor que cinco m de aquel o que la normativa urbanística aplicable garantice dicha distancia entre el área de incendio y el lindero.

5.9. La justificación de que un elemento constructivo de cerramiento alcanza el valor de resistencia al fuego exigido se acreditará:

a) Por contraste con los valores fijados en el apéndice 1 de la Norma básica de la edificación: condiciones de protección contra incendios en los edificios, o en la normativa de aplicación en su caso.
b) Mediante marca de conformidad con normas UNE o certificado de conformidad o ensayo de tipo con las normas y especificaciones técnicas indicadas en el *anexo IV* de este reglamento.

Las marcas de conformidad, certificados de conformidad y ensayos de tipo serán emitidos por un organismo de control que cumpla las exigencias del Real Decreto 2200/1995, de 28 de diciembre.

6. Evacuación de los establecimientos industriales.

6.1. Para la aplicación de las exigencias relativas a la evacuación de los establecimientos industriales, se determinará su ocupación, P, deducida de las siguientes expresiones:

$P = 1{,}10\ p$, cuando $p < 100$.

$P = 110 + 1{,}05\ (p - 100)$, cuando $100 < p < 200$.

$P = 215 + 1{,}03\ (p - 200)$, cuando $200 < p < 500$.

$P = 524 + 1{,}01\ (p - 500)$, cuando $500 < p$.

Donde p representa el número de personas que ocupa el sector de incendio, de acuerdo con la documentación laboral que legalice el funcionamiento de la actividad.

Los valores obtenidos para P, según las anteriores expresiones, se redondearán al entero inmediatamente superior.

6.2. Cuando en un edificio de tipo A coexistan actividades industriales y no industriales, la evacuación de los espacios ocupados por todos los usos que se realice a través de los elementos comunes debe satisfacer las condiciones establecidas en la Norma básica de la edificación: condiciones de protección contra incendios en los edificios o en la normativa equivalente que sea de aplicación, o en el *apartado 6.3*, en el caso de que todos los establecimientos sean de uso industrial.

La evacuación del establecimiento industrial podrá realizarse por elementos comunes del edificio, siempre que el acceso a estos se realice a través de un vestíbulo previo.

Si el número de empleados del establecimiento industrial es superior a 50 personas, deberá contar con una salida independiente del resto del edificio.

6.3. La evacuación de los establecimientos industriales que estén ubicados en edificios de *tipo B* (según el anexo I) debe satisfacer las condiciones expuestas a continuación. La referencia en su caso a los artículos que se citan de la Norma básica de la edificación: condiciones de protección contra incendios en los edificios se entenderá a los efectos de definiciones, características generales, cálculo, etc., cuando no se concreten valores o condiciones específicas.

1. Elementos de la evacuación: origen de evacuación, recorridos de evacuación, altura de evacuación, rampas, ascensores, escaleras mecánicas, rampas y pasillos móviles y salidas se definen de acuerdo con el artículo 7 de la NBE-CPI/96, *apartado 7.1, subapartados 7.1.1, 7.1.2, 7.1.3, 7.1.4, 7.1.5 y 7.1.6*, respectivamente.
2. Número y disposición de las salidas: además de tener en cuenta lo dispuesto en el artículo 7 de la NBE-CPI/96, *apartado 7.2*, se ampliará lo siguiente:

   Los establecimientos industriales clasificados, de acuerdo con el anexo I de este reglamento, como de riesgo intrínseco alto deberán disponer de dos salidas alternativas.

   Los de riesgo intrínseco medio deberán disponer de dos salidas cuando su número de empleados sea superior a 50 personas.

   Las distancias máximas de los recorridos de evacuación de los sectores de incendio de los establecimientos industriales no superarán los valores indicados en el siguiente cuadro y prevalecerán sobre las establecidas en el *artículo 7.2 de la NBE/CPI/96:*

Longitud del recorrido de evacuación según el número de salidas		
Riesgo	1 salida recorrido único	2 salidas alternativas
Bajo (*)	35 m (**)	50 m
Medio	25 m (***)	50 m
Alto	—	25 m

(*) Para las actividades de producción o almacenamiento clasificadas como riesgo bajo nivel 1, en las que se justifique que los materiales implicados sean exclusivamente de clase A y los productos de construcción, incluidos los revestimientos, sean igualmente de clase A, podrá aumentarse la distancia máxima de recorridos de evacuación hasta 100 m.

(**) La distancia se podrá aumentar a 50 m si la ocupación es inferior a 25 personas.

(***) La distancia se podrá aumentar a 35 m si la ocupación es inferior a 25 personas.

En las zonas de los sectores cuya actividad impide la presencia de personal (por ejemplo, almacenes de operativa automática), los requisitos de evacuación serán de aplicación a las zonas de mantenimiento. Esta particularidad deberá ser justificada.

3. Disposición de escaleras y aparatos elevadores: de acuerdo con el artículo 7 de la NBE-CPI/96, *apartado 7.3, subapartados 7.3.1*, párrafos a) y c), *7.3.2*, y *7.3.3*.

   Las escaleras que se prevean para evacuación descendente serán protegidas, conforme al *apartado 10.1 de la NBE/CPI/96*, cuando se utilicen para la evacuación de establecimientos industriales que, en función de su nivel de riesgo intrínseco, superen la altura de evacuación siguiente:

   Riesgo alto: 10 m.
   Riesgo medio: 15 m.
   Riesgo bajo: 20 m.

   Las escaleras para evacuación ascendente serán siempre protegidas.
4. Dimensionamiento de salidas, pasillos y escaleras: de acuerdo con el artículo 7 de la NBE-CPI/96, *apartado 7.4, subapartados 7.4.1, 7.4.2* y *7.4.3*.
5. Características de las puertas: de acuerdo con el *artículo 8 de la NBE-CPI/96, apartado 8.1*. No serán aplicables estas condiciones a las puertas de las cámaras frigoríficas.
6. Características de los pasillos: de acuerdo en el artículo 8 de la NBE-CPI/96, *apartado 8.2.b)*.

7. Características de las escaleras: de acuerdo con el artículo 9 de la NBE-CPI/96, *párrafos a), b), c), d) y e)*.
8. Características de los pasillos y de las escaleras protegidos y de los vestíbulos previos: de acuerdo con el *artículo 10* de la NBE-CPI/96, *apartados 10.1, 10.2 y 10.3*.
9. Señalización e iluminación: de acuerdo con el *artículo 12* de la NBE-CPI/96, apartados 12.1, 12.2 y 12.3; además, deberán cumplir lo dispuesto en el *Real Decreto 485/1997*, de 14 de abril.

6.4. La evacuación de los establecimientos industriales que estén ubicados en edificios de *tipo C* (según el anexo I) debe satisfacer las condiciones siguientes:

1. Elementos de evacuación: se definen como en el *apartado 6.3.1* de este anexo.
2. Número y disposición de las salidas: como en el *apartado 6.3.2* de este anexo.
3. Disposición de escaleras y aparatos elevadores: como en el *apartado 6.3.3* de este anexo.
4. Dimensionamiento de salidas, pasillos y escaleras: como en el *apartado 6.3.4* de este anexo.
5. Características de las puertas: como en el *apartado 6.3.5* de este anexo, excepto que se permiten como puertas de salida las deslizantes, o correderas, fácilmente operables manualmente.
6. Características de los pasillos: como en el *apartado 6.3.6* de este anexo.
7. Características de las escaleras: como en el *apartado 6.3.7* de este anexo.
8. Características de los pasillos y de las escaleras protegidos y de los vestíbulos previos: como en el *apartado 6.3.8* de este anexo.
9. Señalización e iluminación: como en el *apartado 6.3.9* de este anexo.

6.5. Las disposiciones en materia de evacuación y señalización en los establecimientos industriales que estén ubicados en configuraciones de tipo D y E serán conformes a lo dispuesto en el *Real Decreto 485/1997*, de 14 de abril, y en el *Real Decreto 486/1997*, de 14 de abril, y cumplirán, además, los requisitos siguientes:

Anchura de la franja perimetral: la altura de la pila y como mínimo 5 m.
Anchura para caminos de acceso de emergencia: 4,5 m.

Separación máxima entre caminos de emergencia: 65 m.
Anchura mínima de pasillos entre pilas: 1,5 m.

7. Ventilación y eliminación de humos y gases de la combustión en los edificios industriales.

La eliminación de los humos y gases de la combustión, y, con ellos, del calor generado, de los espacios ocupados por sectores de incendio de establecimientos industriales debe realizarse de acuerdo con la tipología del edificio en relación con las características que determinan el movimiento del humo.

7.1. Dispondrán de sistema de evacuación de humos:

a) Los sectores con actividades de producción:

1. De riesgo intrínseco medio y superficie construida >2.000 m^2.
2. De riesgo intrínseco alto y superficie construida >1.000 m^2.

b) Los sectores con actividades de almacenamiento:

1. De riesgo intrínseco medio y superficie construida >1.000 m^2.
2. De riesgo intrínseco alto y superficie construida > 800 m^2.

Para naves de menor superficie, se podrán aplicar los siguientes valores mínimos de la superficie aerodinámica de evacuación de humos.

a) Los sectores de incendio con actividades de producción, montaje, transformación, reparación y otras distintas al almacenamiento si:

1. Están situados en planta bajo rasante y su nivel de riesgo intrínseco es alto o medio, a razón de un mínimo de superficie aerodinámica de 0,5 m^2/150 m^2 o fracción.
2. Están situados en cualquier planta sobre rasante y su nivel de riesgo intrínseco es alto o medio, a razón de un mínimo de superficie aerodinámica de 0,5 m^2/200 m^2 o fracción.

b) Los sectores de incendio con actividades de almacenamiento si:

1. Están situados en planta bajo rasante y su nivel de riesgo intrínseco es alto o medio, a razón de un mínimo de superficie aerodinámica de 0,5 m^2/100 m^2 o fracción.
2. Están situados en cualquier planta sobre rasante y su nivel de riesgo intrínseco es alto o medio, a razón de un mínimo de superficie aerodinámica de 0,5 m^2/150 m^2 o fracción.

La ventilación será natural a no ser que la ubicación del sector lo impida; en tal caso, podrá ser forzada.

Los huecos se dispondrán uniformemente repartidos en la parte alta del sector, ya sea en zonas altas de fachada o cubierta.

Los huecos deberán ser practicables de manera manual o automática.

Deberá disponerse, además, de huecos para entrada de aire en la parte baja del sector, en la misma proporción de superficie requerida para los de salida de humos, y se podrán computar los huecos de las puertas de acceso al sector.

7.2. El diseño y ejecución de los sistemas de control de humos y calor se realizará de acuerdo a lo especificado en la norma UNE-23 585. En casos debidamente justificados se podrá utilizar otra normativa internacional de reconocido prestigio.

8. Almacenamientos.

Los almacenamientos se caracterizan por los sistemas de almacenaje, cuando se realizan en estanterías metálicas. Se clasifican en autoportantes o independientes, que, en ambos casos, podrá ser automáticos y manuales.

1. Sistema de almacenaje autoportante. Soportan, además de la mercancía almacenada, los cerramientos de fachada y la cubierta, y actúan como una estructura de cubierta.
2. Sistema de almacenaje independiente. Solamente soportan la mercancía almacenada y son elementos estructurales desmontables e independientes de la estructura de cubierta.
3. Sistema de almacenaje automático. Las unidades de carga que se almacenan se transportan y elevan mediante una operativa automática, sin presencia de personas en el almacén.
4. Sistema de almacenaje manual. Las unidades de carga ques e almacenan se transportan y elevan mediante operativa manual, con presencia de personas en el almacén.

8.1. Sistema de almacenaje en estanterías metálicas. Requisitos.

1. Los materiales de bastidores, largueros, paneles metálicos, cerchas, vigas, pisos metálicos y otros elementos y accesorios metálicos que componen el sistema deben ser de acero de la clase A1 (M0) *(ver apartado 3 de este anexo).*

2. Los revestimientos pintados con espesores inferiores a 100 µ deben ser de la clase Bs3d0 (M1). Este revestimiento debe ser un material no inflamable, debidamente acreditado por un laboratorio autorizado mediante ensayos realizados según norma.
3. Los revestimientos zincados con espesores inferiores a 100 µ deben ser de la clase Bs3d0 (M1).
4. Para la estructura principal de sistemas de almacenaje con estanterías metálicas sobre rasante o bajo rasante sin sótano se podrán adoptar los valores siguientes:

Nivel de riesgo intrínseco	**Sistema de almacenaje independiente o autoportante operado manualmente**					
	Tipo A		**Tipo B**		**Tipo C**	
	Rociadores automáticos de agua		**Rociadores automáticos de agua**		**Rociadores automáticos de agua**	
	NO	**SÍ**	**NO**	**SÍ**	**NO**	**SÍ**
Riesgo bajo	R15 *(EF-15)*	No se exige	No se exige	No se exige	No se exige	No se exige
Riesgo medio	R30 *(EF-30)*	R15 *(EF-15)*	R15 *(EF-15)*	No se exige	No se exige	No se exige
Riesgo alto			R30 *(EF-30)*	R15 *(EF-15)*	R15 *(EF-15)*	No se exige

5. La evacuación en los establecimientos industriales con sistemas de almacenaje independientes o autoportantes operados manualmente será la misma que la especificada en el *apartado 6 y subapartados siguientes de este anexo.*
6. La evacuación en los establecimientos industriales con sistemas de almacenaje independientes o autoportantes operados automáticamente será la misma que la especificada en el *apartado 6 y subapartados siguientes de este anexo* y aplicable solamente en las zonas destinadas a mantenimiento que es la única zona donde puede existir presencia de personas.

8.2. Los sistemas de almacenaje en estanterías metálicas operadas manualmente deben cumplir los requisitos siguientes:

a) En el caso de disponer de sistema de rociadores automáticos, respetar las holguras para el buen funcionamiento del sistema de extinción.
b) Las dimensiones de las estanterías no tendrán más limitación que la correspondiente al sistema de almacenaje diseñado.
c) Los pasos longitudinales y los recorridos de evacuación deberán tener una anchura libre igual o mayor que un m.
d) Los pasos transversales entre estanterías deberán estar distanciados entre sí en longitudes máximas de 10 m para almacenaje manual y 20 m para almacenaje mecanizado, longitudes que podrán duplicarse si la ocupación en la zona de almacén es inferior a 25 personas. El ancho de los pasos será igual al especificado en el párrafo c).

8.3. Los sistemas de almacenaje en estanterías metálicas operadas automáticamente deben cumplir los párrafos a) y b) del apartado anterior, además de los requisitos siguientes:

a) Estar ancladas solidamente al suelo.
b) Disponer de toma de tierra.
c) Desde la parte superior de la mercancía almacenada deberá existir un hueco mínimo libre hasta el techo de un m.

Nota: los requisitos constructivos de los sistemas se complementan con lo especificado en el resto de apartados de este anexo.

9. Instalaciones técnicas de servicios de los establecimientos industriales.

Las instalaciones de los servicios eléctricos (incluyendo generación propia, distribución, toma, cesión y consumo de energía eléctrica), las instalaciones de energía térmica procedente de combustibles sólidos, líquidos o gaseosos (incluyendo almacenamiento y distribución del combustible, aparatos o equipos de consumo y acondicionamiento térmico), las instalaciones frigoríficas, las instalaciones de empleo de energía mecánica (incluyendo generación, almacenamiento, distribución y aparatos o equipos de consumo de aire comprimido) y las instalaciones de movimiento de materiales, manutención y elevadores de los establecimientos industriales cumplirán los

requisitos establecidos por los reglamentos vigentes que específicamente las afectan.

En los establecimientos industriales existentes, estas instalaciones pueden continuar según la normativa aplicable en el momento de su implantación, mientras queden amparadas por ella.

En el caso de que los cables eléctricos alimenten a equipos que deban permanecer en funcionamiento durante un incendio, deberán estar protegidos para mantener la corriente eléctrica durante el tiempo exigible a la estructura de la nave en que se encuentre.

10. Riesgo de fuego forestal.

La ubicación de industrias en terrenos colindantes con el bosque origina riesgo de incendio en una doble dirección: peligro para la industria, puesto que un fuego forestal la puede afectar, y peligro de que un fuego en una industria pueda originar un fuego forestal.

La zona edificada o urbanizada debe disponer preferentemente de dos vías de acceso alternativas, cada una de las cuales debe cumplir las condiciones de aproximación a los edificios *(ver apartado A.2.)*.

Cuando no se pueda disponer de las dos vías alternativas indicadas, el acceso único debe finalizar en un fondo de saco, de forma circular, de 12,5 m de radio.

Los establecimientos industriales de riesgo medio y alto ubicados cerca de una masa forestal han de mantener una franja perimetral de 25 m de anchura permanentemente libre de vegetación baja y arbustiva con la masa forestal esclarecida y las ramas bajas podadas.

En lugares de viento fuerte y de masa forestal próxima se ha de aumentar la distancia establecida en un 100 por cien, al menos en las direcciones de los vientos predominante.

ANEXO 3
Requisitos de las instalaciones de protección contra incendios de los establecimientos industriales

1. Todos los aparatos, equipos, sistemas y componentes de las instalaciones de protección contra incendios de los establecimientos industriales, así como el diseño, la ejecución, la puesta en funcionamiento y el mantenimiento de sus instalaciones, cumplirán lo preceptuado en el Reglamento de instalaciones de protección contra incendios, aprobado por el *Real Decreto 1942/1993*, de 5 de noviembre, y en la *Orden de 16 de abril de 1998*, sobre normas de procedimiento y desarrollo de aquel.

2. Los instaladores y mantenedores de las instalaciones de protección contra incendios, a que se refiere el apartado anterior, cumplirán los requisitos que, para ellos, establece el Reglamento de instalaciones de protección contra incendios, aprobado por el *Real Decreto 1942/1993*, de 5 de noviembre, y disposiciones que lo complementan.

3. Sistemas automáticos de detección de incendio.

3.1. Se instalarán sistemas automáticos de detección de incendios en los sectores de incendio de los establecimientos industriales cuando en ellos se desarrollen:

a) Actividades de producción, montaje, transformación, reparación u otras distintas al almacenamiento si:

1. Están ubicados en edificios de *tipo A* y su superficie total construida es de 300 m² o superior.
2. Están ubicados en edificios de *tipo B*, su nivel de riesgo intrínseco es medio y su superficie total construida es de 2.000 m² o superior.
3. Están ubicados en edificios de *tipo B*, su nivel de riesgo intrínseco es alto y su superficie total construida es de 1.000 m² o superior.
4. Están ubicados en edificios de *tipo C*, su nivel de riesgo intrínseco es medio y su superficie total construida es de 3.000 m² o superior.
5. Están ubicados en edificios de *tipo C*, su nivel de riesgo intrínseco es alto y su superficie total construida es de 2.000 m² o superior.

b) Actividades de almacenamiento si:

1. Están ubicados en edificios de *tipo A* y su superficie total construida es de 150 m² o superior.
2. Están ubicados en edificios de *tipo B*, su nivel de riesgo intrínseco es medio y su superficie total construida es de 1.000 m² o superior.
3. Están ubicados en edificios *tipo B*, su nivel de riesgo intrínseco es alto y su superficie total construida es de 500 m² o superior.

4. Están ubicados en edificios de *tipo C*, su nivel de riesgo intrínseco es medio y su superficie total construida es de 1.500 m^2 o superior.
5. Están ubicados en edificios de tipo C, su nivel de riesgo intrínseco es alto y su superficie total construida es de 800 m^2 o superior.

Nota: cuando es exigible la instalación de un sistema automático de detección de incendio y las condiciones del diseño (apartado 1 de este anexo) den lugar al uso de detectores térmicos, aquella podrá sustituirse por una instalación de rociadores automáticos de agua.

4. Sistemas manuales de alarma de incendio.

4.1. Se instalarán sistemas manuales de alarma de incendio en los sectores de incendio de los establecimientos industriales cuando en ellos se desarrollen:

a) Actividades de producción, montaje, transformación, reparación u otras distintas al almacenamiento, si:

1. Su superficie total construida es de 1.000 m^2 o superior, o
2. No se requiere la instalación de sistemas automáticos de detección de incendios, según el apartado 3.1 de este anexo.

b) Actividades de almacenamiento, si:

1. Su superficie total construida es de 800 m^2 o superior, o
2. No se requiere la instalación de sistemas automáticos de detección de incendios, según el apartado 3.1 de este anexo.

4.2. Cuando sea requerida la instalación de un sistema manual de alarma de incendio, se situará, en todo caso, un pulsador junto a cada salida de evacuación del sector de incendio, y la distancia máxima a recorrer desde cualquier punto hasta alcanzar un pulsador no debe superar los 25 m.

5. Sistemas de comunicación de alarma.

5.1. Se instalarán sistemas de comunicación de alarma en todos los sectores de incendio de los establecimientos industriales, si la suma de la superficie construida de todos los sectores de incendio del establecimiento industrial es de 10.000 m^2 o superior.

5.2. La señal acústica transmitida por el sistema de comunicación de alarma de incendio permitirá diferenciar si se trata de una alarma por «emergencia parcial» o por «emergencia general», y será preferente el uso de un sistema de megafonía.

6. Sistemas de abastecimiento de agua contra incendios.

6.1. Se instalará un sistema de abastecimiento de agua contra incendios («red de agua contra incendios»), si:

a) Lo exigen las disposiciones vigentes que regulan actividades industriales sectoriales o específicas, de acuerdo con el *artículo 1* de este reglamento.
b) Cuando sea necesario para dar servicio, en las condiciones de caudal, presión y reserva calculados, a uno o varios sistemas de lucha contra incendios, tales como

Red de bocas de incendio equipadas (BIE).

Red de hidrantes exteriores.

Rociadores automáticos.

Agua pulverizada.

Espuma.

Cuando en una instalación de un establecimiento industrial coexistan varios de estos sistemas, el caudal y reserva de agua se calcularán considerando la simultaneidad de operación mínima que a continuación se establece, y que se resume en la tabla adjunta.

Sistemas de BIE e hidrantes:

[1] + [2] caso (a) Edificios con plantas al nivel de rasante solamente:

Caudal de agua requerido por el sistema de hidrantes (Q_H).
Reserva de agua necesaria para el sistema de hidrantes (R_H).

[1] + [2] caso (b) Edificios con plantas sobre rasante:

Suma de caudales requeridos para BIE (Q_B) y para hidrantes (Q_H).
Suma de reserva de agua necesaria para BIE (R_B) y para hidrantes (R_H).

Sistemas de BIE y de rociadores automáticos [1] + [3]:

Caudal de agua requerido para rociadores automáticos (Q_{RA}).
Reserva de agua necesaria para rociadores automáticos (R_{RA}).

Sistemas de BIE, de hidrantes y de rociadores automáticos [1] + [2] + [3]:

Suma de caudales del 50 por ciento requerido para hidrantes (0,5 Q_H) según tabla del apartado 7.2, y el requerido para rociadores automáticos (Q_{RA}).
Suma del 50 por ciento de la reserva de agua necesaria para hidrantes (0,5 R_H) y la necesaria para rociadores automáticos (R_{RA}).

Sistemas de hidrantes y de rociadores automáticos [2] + [3]:

El caudal mínimo exigible será el necesario para el sistema que requiere el mayor caudal.
La reserva mínima exigible será la necesaria para la instalación del sistema que requiera la mayor reserva de agua.

Sistemas de hidrantes y de agua pulverizada [2] + [4]:

El caudal mínimo exigible será el necesario para la instalación del sistema que requiera el mayor caudal.
La reserva mínima exigible será la necesaria para la instalación del sistema que requiera la mayor reserva de agua.

Sistemas de hidrantes y de espuma [2] + [5]:

El caudal mínimo exigible será el necesario para la instalación del sistema que requiera el mayor caudal.
La reserva mínima exigible será la necesaria para la instalación del sistema que requiera la mayor reserva de agua.

Sistemas de hidrantes, de agua pulverizada y de espuma [2] + [4] + [5]:

Suma de caudales requeridos para agua pulverizada (Q_{AP}) y para espuma (Q_E), y en todo caso, como mínimo, el caudal de hidrantes.
Suma de reservas de agua necesaria para agua pulverizada (R_{AP}) y para espuma (R_E), que, en todo caso, será la reserva necesaria para el sistema de hidrantes.

Sistemas de rociadores automáticos y de agua pulverizada [3] + [4]:

El caudal mínimo exigible será el necesario para el sistema que requiera el mayor caudal.
La reserva mínima exigible será la necesaria para la instalación del sistema que requiera la mayor reserva de agua.

Sistemas de rociadores automáticos y de espuma [3] + [5]:

El caudal mínimo exigible será el necesario para la instalación del sistema que requiera mayor caudal.

La reserva mínima exigible será la necesaria para la instalación del sistema que requiera la mayor reserva de agua

Sistemas de agua pulverizada y de espuma [4] + [5]:

Suma de caudales requeridos para agua pulverizada (Q_{AP}) y para espuma (Q_E).
Suma de reservas de agua necesaria para agua pulverizada (R_{AP}) y para espuma (R_E).

CUADRO RESUMEN PARA EL CÁLCULO DEL CAUDAL (Q) Y RESERVA (R) DE AGUA CUANDO EN UNA INSTALACIÓN COEXISTEN VARIOS SISTEMAS DE EXTINCIÓN

<table>
<tr><th>Tipo de instalación</th><th colspan="2">BIE [1]</th><th colspan="2">Hidrantes [2]</th><th>Rociadores automáticos [3]</th><th>Agua pulverizada [4]</th><th>Espuma [5]</th></tr>
<tr><td rowspan="2">[1] BIE</td><td colspan="2" rowspan="2">Q_B/R_B</td><td colspan="2">(a) Q_H/R_H
(b) $Q_B + Q_H/Q_{RA}/R_{RA}$</td><td>$R_B + R_H$</td><td rowspan="2"></td><td rowspan="2"></td></tr>
<tr><td colspan="2">0,5 Q_H+Q_{RA} 0,5 $R_H + R_{RA}$</td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="2">[2] HIDRANTES</td><td>(a) Q_H/R_H
(b) Q_B+Q_H/R_B+R_H</td><td>0,5 Q_H + Q_{RA} 0,5 R_H + R_{RA}</td><td colspan="2" rowspan="2">Q_H/R_H</td><td rowspan="2">Q mayor R mayor (una instalación</td><td>0,5 Q_H + Q_{AP} 0,5 R_H+ R_{AP}</td><td>Q mayor R mayor (una instalación)</td></tr>
<tr><td colspan="2">Q_{AP} + Q_E R_{AP} + R_E</td></tr>
<tr><td>[3] ROCIADORES AUTOMÁTICOS</td><td>Q_{RA}/R_{RA}</td><td colspan="2">Q mayor R mayor (una instalación)</td><td>Q_{RA}/R_{RA}</td><td>Q mayor R mayor (una instalación)</td><td>Q mayor R mayor (una instalación)</td></tr>
<tr><td>[4] AGUA PULVERIZADA</td><td colspan="2" rowspan="2"></td><td>0,5 Q_H + Q_{AP} 0,5 Q_H + R_{AP}</td><td rowspan="2">$Q_{AP}+Q_E$ $R_{AP}+R_E$</td><td>Q mayor R mayor (una instalación)</td><td>Q_{AP}/R_{AP}</td><td>$Q_{AP} + Q_E$ $R_{AP}+R_E$</td></tr>
<tr><td>[5] ESPUMA</td><td>Q mayor R mayor (una instal.)</td><td>Q mayor R mayor (una instalación)</td><td>$Q_{AP} + Q_E$ $R_{AP} + R_E$</td><td>Q_E/R_E</td></tr>
</table>

CATEGORÍA DE ABASTECIMIENTO (según norma UNE 23.500)

Se adoptará conforme a los sistemas de extinción instalados

BIE	Categoría III
Hidrantes	Categoría II
Agua pulverizada	Categoría I
Espuma	Categoría I
Rociadores automáticos (según Norma UNE-EN 12845)	

7. Sistemas de hidrantes exteriores.

7.1. Necesidades.

Se instalará un sistema de hidrantes exteriores si:

a) Lo exigen las disposiciones vigentes que regulan actividades industriales sectoriales o específicas, de acuerdo con el *artículo 1* de este reglamento.

b) Concurren las circunstancias que se reflejan en la tabla siguiente:

Tabla 3.1. Hidrantes exteriores en función de la configuración de la zona, su superficie construida y su nivel de riesgo intrínseco

Configuración de la zona de incendio	Superficie del sector o área de incendio (m^2)	Riesgo intrínseco		
		Bajo	Medio	
A	≥300	NO	SÍ	—
	≥1.000	SÍ*	SÍ	—
B	≥1.000	NO	NO	SÍ
	≥2.500	NO	SÍ	SÍ
	≥3.500	SÍ	SÍ	SÍ
C	≥2.000	NO	NO	SÍ
	≥3.500	NO	SÍ	SÍ
D o E	≥5.000	—	SÍ	SÍ
	≥15.000	SÍ	SÍ	SÍ

Nota: cuando se requiera un sistema de hidrantes, la instalación debe proteger todas las zonas de incendio que constituyen el establecimiento industrial.

* No es necesario cuando el riesgo es bajo 1 *(tabla 1.3)*.

7.2. Implantación.

El número de hidrantes exteriores que deben instalarse se determinará haciendo que se cumplan las condiciones siguientes:

a) La zona protegida por cada uno de ellos es la cubierta por un radio de 40 m, medidos horizontalmente desde el emplazamiento del hidrante.

b) Al menos uno de los hidrantes (situado, a ser posible, en la entrada) deberá tener una salida de 100 mm.

c) La distancia entre el emplazamiento de cada hidrante y el límite exterior del edificio o zona protegidos, medida perpendicularmente a la fachada, debe ser al menos de cinco m.

Si existen viales que dificulten cumplir con estas distancias, se justificarán las realmente adoptadas.

d) Cuando, por razones de ubicación, las condiciones locales no permitan la realización de la instalación de hidrantes exteriores deberá justificarse razonada y fehacientemente.

7.3. Caudal requerido y autonomía.

Las necesidades de agua para proteger cada una de las zonas (áreas o sectores de incendio) que requieren un sistema de hidrantes se hará de acuerdo con los valores de la siguiente tabla.

NECESIDADES DE AGUA PARA HIDRANTES EXTERIORES

Configuración del establecimiento industrial	Nivel de riesgo intrínseco					
	Bajo		Medio		Alto	
Tipo	Caudal (l/min)	Auton. (min)	Caudal (l/min)	Auton. (min)	Caudal (l/min)	Auton. (min)
A	500	30	1.000	60	—	—
B	500	30	1.000	60	1.000	90
C	500	30	1.500	60	2.000	90
D y E	1.000	30	2.000	60	3.000	90

Notas:

(1) Cuando en un establecimiento industrial, constituido por configuraciones de tipo C, D o E, existan almacenamientos de productos combustibles en el exterior, los caudales indicados en la tabla se incrementarán en 500 l/min.

(2) La presión mínima en las bocas de salida de los hidrantes será de cinco bar cuando se estén descargando los caudales indicados.

(3) Para establecimientos para los que por su ubicación esté justificada la no realización de una instalación específica, si existe red pública de hidrantes, deberá indicarse en el proyecto la situación del hidrante más próximo y la presión mínima garantizada.

8. Extintores de incendio.

8.1. Se instalarán extintores de incendio portátiles en todos los sectores de incendio de los establecimientos industriales.

Nota: en las zonas de los almacenamientos operados automáticamente, en los que la actividad impide el acceso de personas, podrá justificarse la no instalación de extintores

El agente extintor utilizado será seleccionado de acuerdo con la *Tabla I-1 del apéndice 1* del Reglamento de Instalaciones de protección contra incendios, aprobado por el *Real Decreto 1942/1993*, de 5 de noviembre.

Cuando en el sector de incendio coexistan combustibles de la clase A y de la clase B, se considerará que la clase de fuego del sector de incendio es A o B cuando la carga de fuego aportada por los combustibles de clase A o de clase B, respectivamente, sea, al menos, el 90 por ciento de la carga de fuego del sector. En otro caso, la clase de fuego del sector de incendio se considerará A-B.

8.2. Si la clase de fuego del sector de incendio es A o B, se determinará la dotación de extintores del sector de incendio de acuerdo con la *Tabla 3.1* o con la tabla 3.2, respectivamente.

Si la clase de fuego del sector de incendio es A-B, se determinará la dotación de extintores del sector de incendio sumando los necesarios para cada clase de fuego (A y B), evaluados independientemente, según la *Tabla 3.1* y la *Tabla 3.2*, respectivamente.

Cuando en el sector de incendio existan combustibles de clase C que puedan aportar una carga de fuego que sea, al menos, el 90 por ciento de la carga de fuego del sector, se determinará la dotación de extintores de acuerdo con la reglamentación sectorial específica que les afecte. En otro caso, no se incrementará la dotación de extintores si los necesarios por la presencia de otros combustibles (A y/o B) son aptos para fuegos de clase C.

Cuando en el sector de incendio existan combustibles de clase D, se utilizarán agentes extintores de características especificas adecuadas a la naturaleza del combustible, que podrán proyectarse sobre el fuego con extintores, o medios manuales, de acuerdo con la situación y las recomendaciones particulares del fabricante del agente extintor.

Tabla 3.1. Determinación de la dotación de extintores portátiles en sectores de incendio con carga de fuego aportada por combustibles clase A

Grado de riesgo intrínseco del sector de incendio	Eficacia mínima del extintor	Área máxima protegida del sector de incendio
Bajo	21 A	Hasta 600 m^2 (un extintor más por cada 200 m^2, o fracción, en exceso)
Medio	21 A	Hasta 400 m^2 (un extintor más por cada 200 m^2, o fracción, en exceso)
Alto	34 A	Hasta 300 m^2 (un extintor más por cada 200 m^2, o fracción, en exceso)

Tabla 3.2. Determinación de la dotación de extintores portátiles en sectores de incendio con carga de fuego aportada por combustibles clase B

	Volumen máximo, V (1), de combustibles líquidos en el sector de incendio (1) (2)			
	V ≤ 20	20 < V ≤ 50	50 < V≤ 00	100 < V ≤ 200
Eficacia mínima del extintor	113 B	113 B	144 B	233 B

Notas:

(1) Cuando más del 50 por ciento del volumen de los combustibles líquidos, V, esté contenido en recipientes metálicos perfectamente cerrados, la eficacia mínima del extintor puede reducirse a la inmediatamente anterior de la clase B, según la Norma UNE-EN 3-7.

(2) Cuando el volumen de combustibles líquidos en el sector de incendio, V, supere los 200 l, se incrementará la dotación de extintores portátiles con extintores móviles sobre ruedas, de 50 kg de polvo BC, o ABC, a razón de:

Un extintor, si: 200 l < V ≥ 750 l.
Dos extintores, si: 750 l < V ≥ 2000 l.

Si el volumen de combustibles de clase B supera los 2000 l, se determinará la protección del sector de incendio de acuerdo con la reglamentación sectorial específica que lo afecte.

8.3. No se permite el empleo de agentes extintores conductores de la electricidad sobre fuegos que se desarrollan en presencia de aparatos, cuadros, conductores y otros elementos bajo tensión eléctrica superior a 24 V. La protección de estos se realizará con extintores de dió-

xido de carbono, o polvo seco BC o ABC, cuya carga se determinará según el tamaño del objeto protegido con un valor mínimo de cinco kg de dióxido de carbono y seis kg de polvo seco BC o ABC.

8.4. El emplazamiento de los extintores portátiles de incendio permitirá que sean fácilmente visibles y accesibles, estarán situados próximos a los puntos donde se estime mayor probabilidad de iniciarse el incendio y su distribución será tal que el recorrido máximo horizontal, desde cualquier punto del sector de incendio hasta el extintor, no supere 15 m.

8.5. Se instalarán extintores portátiles en todas las áreas de incendio de los establecimientos industriales (de *tipo D y tipo E*), excepto en las áreas cuyo nivel de riesgo intrínseco sea bajo 1.

La dotación estará de acuerdo con lo establecido en los apartados anteriores, excepto el recorrido máximo hasta uno de ellos, que podrá ampliarse a 25 m.

9. Sistemas de bocas de incendio equipadas.

9.1. Se instalarán sistemas de bocas de incendio equipadas en los sectores de incendio de los establecimientos industriales si:

a) Están ubicados en edificios de *tipo A* y su superficie total construida es de 300 m^2 o superior.
b) Están ubicados en edificios de *tipo B*, su nivel de riesgo intrínseco es medio y su superficie total construida es de 500 m^2 o superior.
c) Están ubicados en edificios de *tipo B*, su nivel de riesgo intrínseco es alto y su superficie total construida es de 200 m^2 o superior.
d) Están ubicados en edificios de *tipo C*, su nivel de riesgo intrínseco es medio y su superficie total construida es de 1000 m^2 o superior.
e) Están ubicados en edificios de *tipo C*, su nivel de riesgo intrínseco es alto y su superficie total construida es de 500 m^2 o superior.
f) Son establecimientos de configuraciones de *tipo D o E*, su nivel de riesgo intrínseco es alto y la superficie ocupada es de 5.000 m^2 o superior.

Nota: en las zonas de los almacenamientos operados automáticamente, en los que la actividad impide el acceso de personas, podrá justificarse la no instalación de bocas de incendio equipadas.

9.2. Tipo de BIE y necesidades de agua.

Además de los requisitos establecidos en el Reglamento de instalaciones de protección contra incendios, para su disposición y características se cumplirán las siguientes condiciones hidráulicas:

Nivel de riesgo intrínseco del establecimiento industrial	Tipo de BIE	Simultaneidad	Tiempo de autonomía
Bajo	DN 25 mm	2	60 min
Medio	DN 45 mm	2	60 min
Alto	DN 45 mm	3	90 min

* Se admitirá BIE 25 mm como toma adicional del 45mm, y se considerará, a los efectos de cálculo hidráulico, como BIE de 45 mm.

El caudal unitario será el correspondiente a aplicar a la presión dinámica disponible en la entrada de la BIE, cuando funcionen simultáneamente el número de BIE indicado, el factor «K» del conjunto, proporcionado por el fabricante del equipo. Los diámetros equivalentes mínimos serán 10 mm para BIE de 25 y 13 mm para las BIE de 45 mm.

Se deberá comprobar que la presión en la boquilla no sea inferior a dos bar ni superior a cinco bar, y, si fuera necesario, se dispondrán dispositivos reductores de presión.

10. Sistemas de columna seca.

10.1. Se instalarán sistemas de columna seca en los establecimientos industriales si son de riesgo intrínseco medio o alto y su altura de evacuación es de 15 m o superior.

10.2. Las bocas de salida de la columna seca estarán situadas en recintos de escaleras o en vestíbulos previos a ellas.

11. Sistemas de rociadores automáticos de agua.

Se instalarán sistemas de rociadores automáticos de agua en los sectores de incendio de los establecimientos industriales cuando en ellos se desarrollen:

a) Actividades de producción, montajes, transformación, reparación u otras distintas al almacenamiento si:

1. Están ubicados en edificios de *tipo A*, su nivel de riesgo intrínseco es medio y su superficie total construida es de 500 m^2 o superior.
2. Están ubicados en edificios de *tipo B*, su nivel de riesgo intrínseco es medio y su superficie total construida es de 2.500 m^2 o superior.
3. Están ubicados en edificios de *tipo B*, su nivel de riesgo intrínseco es alto y su superficie total construida es de 1.000 m^2 o superior.
4. Están ubicados en edificios de *tipo C*, su nivel de riesgo intrínseco es medio y su superficie total construida es de 3.500 m^2 o superior.
5. Están ubicados en edificios de *tipo C*, su nivel de riesgo intrínseco es alto y su superficie total construida es de 2.000 m^2 o superior.

b) Actividades de almacenamiento si:

1. Están ubicados en edificios de *tipo A*, su nivel de riesgo intrínseco es medio y su superficie total construida es de 300 m^2 o superior.
2. Están ubicados en edificios de *tipo B*, su nivel de riesgo intrínseco es medio y su superficie total construida es de 1500 m^2 o superior.
3. Están ubicados en edificios de *tipo B*, su nivel de riesgo intrínseco es alto y su superficie total construida es de 800 m^2 o superior.
4. Están ubicados en edificios de *tipo C*, su nivel de riesgo intrínseco es medio y su superficie total construida es de 2000 m^2 o superior.
5. Están ubicados en edificios de *tipo C*, su nivel de riesgo intrínseco es alto y su superficie total construida es de 1000 m^2 o superior.

Nota: Cuando se realice la instalación de un sistema de rociadores automáticos de agua, concurrentemente con la de un sistema automático de detección de incendio que emplee detectores térmicos de acuerdo con las condiciones de diseño (apartado 1 de este anexo), quedará cancelada la exigencia del sistema de detección.

12. Sistemas de agua pulverizada.

Se instalarán sistemas de agua pulverizada cuando por la configuración, contenido, proceso y ubicación del riesgo sea necesario refrigerar partes de este para asegurar la estabilidad de su estructura, y evitar los efectos del calor de radiación emitido por otro riesgo cercano.

Y en aquellos sectores de incendio y áreas de incendio donde sea preceptiva su instalación de acuerdo con las disposiciones vigentes que regulan la protección contra incendios en actividades industriales sectoriales o específicas (artículo 1 de este reglamento).

13. Sistemas de espuma física.

Se instalarán sistemas de espuma física en aquellos sectores de incendio y áreas de incendio donde sea preceptiva su instalación de acuerdo con las disposiciones vigentes que regulan la protección contra incendios en actividades industriales, sectoriales o específicas (artículo 1 de este reglamento) y, en general, cuando existan áreas de un sector de incendio en las que se manipulan líquidos inflamables que, en caso de incendios, puedan propagarse a otros sectores.

14. Sistemas de extinción por polvo.

Se instalarán sistemas de extinción por polvo en aquellos sectores de incendio donde sea preceptiva su instalación de acuerdo con las disposiciones vigentes que regulan la protección contra incendios en actividades industriales sectoriales o específicas (*artículo 1* de este reglamento).

15. Sistemas de extinción por agentes extintores gaseosos.

15.1. Se instalarán sistemas de extinción por agentes extintores gaseosos en los sectores de incendio de los establecimientos industriales cuando:

a) Sea preceptiva su instalación de acuerdo con las disposiciones vigentes que regulan la protección contra incendios en actividades industriales sectoriales o específicas (artículo 1 de este reglamento).
b) Constituyan recintos donde se ubiquen equipos electrónicos, centros de cálculo, bancos de datos, centros de control o medida y análogos y la protección con sistemas de agua pueda dañar dichos equipos.

16. Sistemas de alumbrado de emergencia.

16.1. Contarán con una instalación de alumbrado de emergencia de las vías de evacuación los sectores de incendio de los edificios industriales cuando:

a) Estén situados en planta bajo rasante.
b) Estén situados en cualquier planta sobre rasante, cuando la ocupación, P, sea igual o mayor de 10 personas y sean de riesgo intrínseco medio o alto.
c) En cualquier caso, cuando la ocupación, P, sea igual o mayor de 25 personas.

16.2. Contarán con una instalación de alumbrado de emergencia:

a) Los locales o espacios donde estén instalados cuadros, centros de control o mandos de las instalaciones técnicas de servicios (citadas en el anexo II.8 de este reglamento) o de los procesos que se desarrollan en el establecimiento industrial.
b) Los locales o espacios donde estén instalados los equipos centrales o los cuadros de control de los sistemas de protección contra incendios.

16.3. La instalación de los sistemas de alumbrado de emergencia cumplirá las siguientes condiciones:

a) Será fija, estará provista de fuente propia de energía y entrará automáticamente en funcionamiento al producirse un fallo del 70 por ciento de su tensión nominal de servicio.
b) Mantendrá las condiciones de servicio durante una hora, como mínimo, desde el momento en que se produzca el fallo.
c) Proporcionará una iluminancia de un lx, como mínimo, en el nivel del suelo en los recorridos de evacuación.
d) La iluminancia será, como mínimo, de cinco lx en los espacios definidos en el apartado 16.2 de este anexo.
e) La uniformidad de la iluminación proporcionada en los distintos puntos de cada zona será tal que el cociente entre la iluminancia máxima y la mínima sea menor que 40.
f) Los niveles de iluminación establecidos deben obtenerse considerando nulo el factor de reflexión de paredes y techos y contemplando un factor de mantenimiento que comprenda la reducción del rendimiento luminoso debido al envejecimiento de las lámparas y a la suciedad de las luminarias.

17. Señalización.

Se procederá a la señalización de las salidas de uso habitual o de emergencia, así como la de los medios de protección contra incendios de utilización manual, cuando no sean fácilmente localizables desde algún punto de la zona protegida, teniendo en cuenta lo dispuesto en el Reglamento de señalización de los centros de trabajo, aprobado por el *Real Decreto 485/1997*, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.

ANEXO 4
Relación de normas UNE de obligado cumplimiento en la aplicación del Reglamento de Seguridad Contra Incendios en los Establecimientos Industriales

UNE 23093-1: 1998	Ensayos de resistencia al fuego. Parte I. Requisitos generales.
UNE 23093-2: 1998	Ensayos de resistencia al fuego. Parte II. Procedimientos alternativos y adicionales.
UNE-EN 1363-1:2000	Ensayos de resistencia al fuego. Parte 1. Requisitos generales.
UNE-EN 1363-2:2000	Ensayos de resistencia al fuego. Parte 2. Procedimientos alternativos y adicionales.
UNE-EN 13501-1:2002	Clasificación en función del comportamiento frente al fuego de los productos de construcción y elementos para la edificación. Parte 1: clasificación a partir de datos obtenidos en ensayos de reacción al fuego.
UNE-EN 13501-2:2004	Clasificación de los productos de construcción y de los elementos constructivos en función de su comportamiento ante el fuego. Parte 2: clasificación a partir de datos obtenidos en los ensayos de resistencia al fuego excluidas las instalaciones de ventilación.
UNE-EN 3-7:2004	Extintores portátiles de Incendios. Parte 7. Características, requisitos de funcionamiento y métodos de ensayo.

UNE-EN 12845:2004	Sistemas fijos de lucha contra incendios. Sistemas de rociadores automáticos. Diseño, instalación y mantenimientos.
UNE 23500: 1990	Sistemas de abastecimiento de agua contra incendios.
UNE 23585:2004	Seguridad contra incendios. Sistemas de control de temperatura y evacuación de humos (SCTEH). Requisitos y métodos de cálculo y diseño para proyector un sistema de control de temperatura y de evacuación de humos en caso de incendio.
UNE 23727: 1990	Ensayos de reacción al fuego de los materiales de construcción. Clasificación de los materiales utilizados en la construcción.

14

Gestión de la prevención en la empresa

Actualizado por ANTONIO M. ALFONSO LÓPEZ

En el curso de los últimos años, muchos países se han ocupado de forma intensiva, de reestructurar su política en prevención de riesgos laborales. Dicha simultaneidad no es fruto de la casualidad. Esta evolución se basa en problemas y en corrientes de ideas comunes, por lo que se destaca a continuación las posibles causas de esa realidad que se está manifestando.

Primera causa: *incremento de la participación*

Se refiere a un efecto que se detecta desde hace algún tiempo entre los países de nuestro entorno, en los que se ha producido un cambio en la política que sobre prevención aplican, y que a llevado a una situación en la que esta cuestión no se trata a «macronivel de estado», sino que se plantea a «micronivel de empresa». Si se observan las últimas reformas legislativas y las que se han producido en aspectos sociales, se detecta una transmisión de una mayor responsabilidad y de una mayor capacidad de decisión a los actores, que en su base, se enfrentan con los riesgos laborales. Es lo que se podría definir como, el paso de la acción social del estado a una etapa que es más participativa e integradora, cuyos auténticos protagonistas son los interlocutores sociales: empresarios y trabajadores, en muchos casos a través de los

colectivos que les representan, confederaciones de empresarios y sindicatos.

Esta causa está justificada por una serie de condicionantes muy particulares entre los que merece la pena destacar los siguientes:

- El desarrollo tecnológico con la aparición de nuevos riesgos, que implica una dificultad añadida a la actualización legislativa. Dado que los riesgos difieren según la empresa y que, además evolucionan de manera permanente con el tiempo, se concluye que el problema debe resolverse en la base. Este planteamiento se confirma si se observan los contenidos de legislaciones de diferentes países, incluida España, donde se obliga a las empresas a trazar su propia política de prevención, imponiéndoles la elaboración de un plan de prevención y una planificación o programa de las acciones preventivas de carácter anual.
- Del mismo modo, muchos de los que participan en la prevención de riesgos laborales se han percatado de que una inflación de textos jurídicos no garantiza una buena protección de la salud de los trabajadores. Con esta premisa y en diferentes países se han desarrollado leyes en las que sólo se contemplan principios generales sobre la prevención y las funciones y responsabilidades de las partes interesadas, mientras que se otorga carácter legal y obligatorio a los acuerdos de empresas asumidos por ambas partes y con el control de la autoridad laboral para garantizar el cumplimiento del mínimo legal.
- Otro aspecto del entorno donde se aplica la prevención de riesgos laborales y que es determinante de los cambios que se están produciendo es la diferencia tecnológica y de sistemas de trabajo entre empresas de una misma actividad. Esta es una limitación clara a tratar de legislar sobre sectores de actividad concretos, y justifica el que se trate de garantizar los «mínimos» que la legislación marca, siguiendo la política marcada por la Unión Europea para las cuestiones de índole social como esta. Así la salud laboral se desarrolla y promociona a través de convenios y la negociación colectiva entre las partes de los diferentes sectores de actividad y que conforman la empresa.
- Un aspecto muy significativo que está condicionando estos cambios es el relativo a la participación cada vez más activa del trabajador en los temas relacionados con la prevención de riesgos. Se asume como cierto que la seguridad y salud en el trabajo está muy lejos de ser eficaz si no se cuenta con la participación activa cada trabajador. Este concepto integrador de la gestión de la prevención de riesgos, en el que cada uno de los participantes en la empresa debe asumir su función en esta materia, queda reflejado por la legislación existente en los diferentes países que constituyen nuestra referencia económica y social. Este planteamiento se puede asociar con lo que se ha denominado la democratización del trabajo y con las estrategias del trabajo en equipos, los grupos de mejora o progreso, etc. que buscan una mayor eficacia en la actividad laboral a través de una mayor implicación.

Segunda causa: *ampliación del campo de la prevención*

Esta segunda causa trata de una ampliación de las ya tradicionales áreas de seguridad e higiene en el trabajo en sí mismas, al observarse la incidencia que tienen otros factores organizativos y sociales hacia una mejora cualitativa o calidad de vida en el trabajo, en lo que se ha venido denominando humanización del trabajo.

Esta evolución, materializada ya en muchos países a través de sus disposiciones legales, tiene dos justificaciones fundamentales: las modificaciones producidas en el concepto de salud y la integración de las empresas en el medio ambiente.

- La ampliación del concepto de salud, dado que el trabajador espera que el objetivo de la protección de la salud no se limite sólo a su bienestar físico, sino también a su bienestar psicosocial y ecológico. La idea de la Organización Mundial de la Salud (OMS) se ha difundido por multitud de países y las legislaciones de estos en las últimas décadas apuntan hacia la línea ya comentada de la humanización de las condiciones de trabajo.
- La relación entre la salud dentro de la empresa y fuera de ella, o lo que se podría denominar como la integración de la salud laboral y su problemática en un concepto más amplio de salud pública. En este aspecto las cuestiones de salud, en las referencias legislativas de diferentes países, ya empiezan a no estar tan diferenciadas entre lo laboral y no laboral en su tratamiento, dado que son inseparables tanto en sus consecuencias como en sus coberturas sociales e incluso en algún caso también en las económicas.

- Los nuevos enfoques en relación con el trabajo y la salud van más allá de tratar que la actividad laboral no afecte negativamente a la salud de quien la realiza, aplicando las diferentes técnicas preventivas para evitar que los riesgos profesionales se materialicen en esos efectos negativos. En la actualidad se propugna que el trabajo no sólo no tenga riesgos y no provoque daños, si no que además añada factores saludables a quien lo desarrolla, consiguiendo el desarrollo personal tanto social como psicológico y físico. La prevención de riesgos laborales no solo debe sonseguir que el trabjo sea inocuo sino que adémas aporte valores a quien lo desarrolla.

Tercera causa: *limitaciones en las intervenciones*

Tradicionalmente la intervención en la eliminación o reducción de los riesgos derivados de la actividad laboral, estaba limitada por el conjunto de técnicas que se utilizaban para su control.

Esta situación hacía que el éxito de los prevencionistas, con relación a determinadas situaciones de riesgo, estuviese claramente limitado incluso antes de iniciar su trabajo o actividad, pues la aplicación de las técnicas, muchas veces de protección y las menos de prevención, encuadradas dentro de la Seguridad e Higiene en el Trabajo no eran suficientes.

Los elementos que hacen aparecer estas situación se podrían resumir en lo siguiente:

- Las organizaciones productivas con una visión más eficaz que la mayoría se plantea reducir los efectos negativos del trabajo no sólo intentando eliminar estos, pues es sabido que en algunas ocasiones no se pueden eliminar totalmente (piénsese en el trabajo nocturno en un hospital), sino planteando una intervención simultanea a través de la mejora de las condiciones de trabajo, que puede tratar de compensar el resultado global de la balanza del trabajo, con aspectos positivos que tiene todo trabajo como actividad netamente humana.

  En estas situaciones se debe puntualizar que la tan traída y llevada compensación económica directa al trabajador, sujeto pasivo de los riesgos no eliminados o reducidos convenientemente, no parece ser la solución a medio y largo plazo al problema para ninguna de las partes.

- Un enfoque en la gestión de la empresa más como sistema que no como elementos conexionados o no, con funciones complementarias. Esto hace que los gestores tengan una visión de conjunto de la situación y por necesidad los prevencionistas cada día sean más multidisciplinares, abandonando esa formación taylorista de la super-especialización y siendo cada vez más sensibles a la resolución de ciertos problemas de riesgos laborales desde la óptica de una organización más eficaz. Los técnicos en prevención están adquiriendo un enfoque de su trabajo como ayuda a los logros de empresa, y en ese contexto la resolución de los problemas derivados de los riesgos profesionales no sólo son de su competencia y se resuelven desde la parte técnica de su formación. La tendencia, que ya se está materializando, es que los técnicos de prevención sean más dinamizadores de la acción de la empresa para la resolución de los conflictos derivados de las condiciones de trabajo, aunque por supuesto tengan los conocimientos técnicos necesarios para la resolución de ciertas cuestiones de los riesgos profesionales.

Programas de mejora de la calidad de vida laboral

En el pasado, velar por la seguridad e higiene en el trabajo no significaba en general, más que proteger a los trabajadores de los daños puramente físicos. El accidente de trabajo y la enfermedad profesional eran los únicos que conformaban la patología específica laboral, por otra parte muy objetivable. Actualmente, a los riesgos clásicos objetivo de la prevención se les han unido otros nuevos. Por ejemplo, las inadaptaciones del mismo a las aptitudes físicas y mentales del trabajador y las consecuencias negativas de los ritmos excesivos o de la propia monotonía del trabajo. Se está cuestionando, en función de su incidencia en la calidad de vida en el trabajo y fuera de él, la duración de la jornada, los horarios, los turnos y el trabajo nocturno, el contenido del trabajo y la propia organización del mismo (Figura 1).

Los diferentes programas que en el contexto de la Organización Internacional del Trabajo (OIT) encaminados a la mejora de las condiciones y medio ambiente en el trabajo (PIACT) y las diferentes resoluciones que en esta materia ha promulgado la Unión Europea, y que han sido asumidas por los países miembros de la misma, así como los diferentes Programas de Acción en materia de seguridad y salud, han

marcado de forma definitiva estas tendencias. Es decir, se pasa de la seguridad e higiene en el trabajo tradicionales a la protección de la salud del trabajador. Los conceptos de «bienestar» y «salud» quedan vinculados en la definición que sobre esta última emitió la Organización Mundial de la Salud (OMS) y que hizo suya, para el ambiente laboral, la OIT: «promover el más alto grado de bienestar físico, mental y social de los trabajadores en todas las actividades».

En la última generación de Legislación en Prevención de Riesgos Laborales de los países europeos, se concreta claramente esta evolución. Así las reformas introducidas en Suecia, Noruega, Dinamarca, Países Bajos, Alemania, e incluso la propia legislación en España, corresponderían al marco de lo que se denominaba la humanización de las condiciones de trabajo o mejora cualitativa del medio laboral.

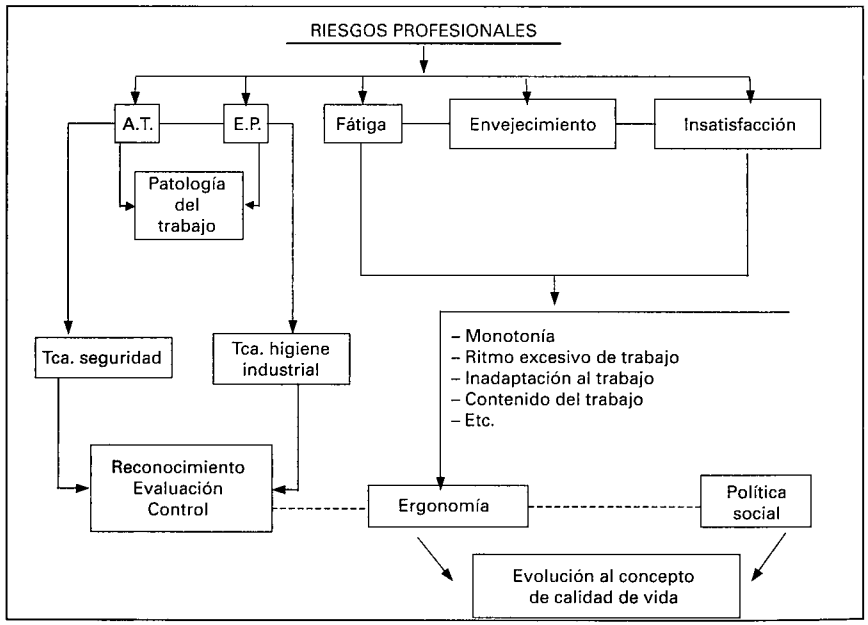


Figura 1

Esta ampliación del concepto de riesgo profesional se ha ido traduciendo en un desarrollo real de la ergonomía, al buscar a través de un enfoque global y multidisciplinario una mejor adaptación del trabajo al hombre y sus necesidades.

Es ya habitual en muchas empresas españolas, al menos las más avanzadas en los modelos de gestión empresarial, la ergonomía ha dejado de ser considerada como una técnica aislada que resuelve problemas concretos, las más de las veces relacionados con los aspectos biomecánicos y antropométricos de los puestos de trabajo. Se asume como un aliado importante para conseguir una mejora de la productividad y calidad, y por lo tanto para la competitividad, y se ha empezado a plantear la ergonomía aplicada a la organización y no sólo a los elementos físicos relacionados con el trabajo.

El papel de la ergonomía irá cada día aumentando a medida que los sistemas de trabajo se vayan haciendo más complejos, que el grado de automatización sea mayor y que la organización del trabajo vaya cambiando. La aplicación de los principios del conjunto de disciplinas que participan en la ergonomía se convierte en elemento básico, tanto en el diseño de los sistemas de trabajo, como en la búsqueda del bienestar eco-socio-psico-físico de la salud del trabajador, como estrategia para ayudar a conseguir los objetivos de las empresas.

No obstante, la evolución hacia el concepto de «calidad de vida en el trabajo» supone una ampliación, no una sustitución de las técnicas clásicas. La seguridad e higiene en el trabajo se integran en programas más amplios, pero a la vez, siguen profundizando en sus métodos y en sus medios, generando nuevas especialidades en función de las distintas actividades y riesgos. La complejidad técnica en el reconocimiento, evaluación y control de los riesgos es cada vez mayor.

Pero la seguridad e higiene en el trabajo, no sólo forman parte de los programas integrales de la mejora de la calidad de vida en el trabajo, que pudiera corresponderse a la visión socio-laboral. Existen otros programas con enfoques distintos, empresarial, asegurador, de calidad, etc. que se tratan de describir en los siguientes apartados.

Programa control total de pérdidas

Toda acción preventiva tiene como objeto evitar accidentes de trabajo, enfermedades profesionales y/o elevar el nivel de satisfacción en el trabajo. La evaluación económica de la mayor capacidad productiva, que se pueda derivar de la disminución de accidentados y del posible incremento de la productividad fruto de esas mejores condiciones de trabajo, será sin duda el beneficio directo obtenido por dicha acción.

Los métodos para realizar esta evaluación del mencionado beneficio, se basan en la hipótesis sobre el número de accidentes que la acción preventiva es capaz de reducir. Pero evaluar lo que se deja de ganar, por no poner en práctica la inversión preventiva, no tiene una determinación simple; es el problema de la evaluación de costes de la accidentalidad.

HERINCH, BIRD y SIMONDS son exponentes claros de los intentos en este sentido, incrementándose cada vez más la complejidad en los procedimientos de valoración.

La estrategia del Control Total de Pérdidas se basa en un enfoque que intenta abarcar el estudio de todas las perdidas, por todos los conceptos, que se producen en la empresa englobando a la prevención de accidentes en su totalidad como un tipo de pérdida específica y efectuando el control, no sólo de lesiones, sino también de daños a máquinas y a materiales. Nos permite un adecuado control de resultados, tanto en lo relativo a las lesiones y enfermedades como al estado de seguridad y control de equipos y materiales y al estado de la higiene industrial y control ambiental.

Se trata de utilizar en la empresa, unas metodologías que permitan minimizar los riesgos o bien mantenerlos en estado potencial, dentro de unos estándares aceptables, mediante acciones tomadas a través de la estructura de gestión de la empresa.

Es una visión más amplia de los riesgos en la empresa, y se añaden a los laborales, los derivados de los daños materiales, daños por contaminación ambiental, seguridad del producto, etc. Otro aspecto a destacar de este método es la potenciación de los mecanismos de detección de riesgos, al dar especial relevancia a los registros de los accidentes o incidentes con simples pérdidas materiales. La dificultad que se le atribuye es la excesiva complejidad administrativa, lo que hace difícil su implantación en empresa de poca estructura organizativa.

Gerencia de riesgos

Desde el ámbito asegurador y referido al conjunto de *riesgos puros*, es decir, aquéllos que de su ocurrencia se derivan sólo perdidas económicas, se ha propuesto un enfoque más amplio que el del propio Control Total de Perdidas. Se trata de la Gerencia de Riesgos, programa que contempla la prevención y el aseguramiento, a través de las fases de identificación, evaluación y control de los riesgos, así como la transferencia al seguro de las consecuencias de aquéllos, que se estime conveniente o necesario no asumir directamente. Son típicos riesgos transferibles los propios fenómenos naturales (catástrofes), los de vida y responsabilidad civil. El seguro no evita las consecuencias, aunque puede paliar en muchos casos la gravedad de las mismas. Este enfoque, eminentemente económico, tiene dificultades para ser aplicado al riesgo profesional, por cuanto las leyes sociales y la normativa de prevención, restringen de forma significativa la libertad de la empresa para determinar el nivel de control de los riesgos, así como la cobertura del seguro.

De esta forma, el nivel de control de los riesgos profesionales no sólo se verá condicionado por factores económicos directos, sino que también lo estará por el deber de protección del Estado que se traduce en normativa de seguridad de obligado cumplimiento para la empresa.

Por otra parte, la protección no sólo es un deber de la empresa sino un derecho del trabajador, que el caso de España está amparado por su Constitución y vigilado no sólo por los poderes públicos, sino también por los órganos de representación y/o participación de los trabajadores, sindicatos, comités de empresa, comités de seguridad y salud laboral, etc.

Otra característica particular de los riesgos laborales es que, una vez garantizado el nivel mínimo de protección exigido por las leyes estatales, cualquier condición de trabajo (y la seguridad y salud en el mismo se consideran como tal) puede ser objeto de negociación colectiva.

En cuanto a la decisión del nivel de aseguramiento, en el caso de accidente de trabajo y enfermedad profesional, viene condicionada al incluirse ambos riesgos y particularmente sus consecuencias en el régimen de cobertura de la Seguridad Social. Esta inclusión viene justificada, porque el Estado considera necesario arbitrar una serie de medidas que prevean y remedien los riesgos sociales de concreción individual económicamente evaluables. Dicha cobertura, de carácter obligatorio, se circunscribe a los trabajadores por cuenta ajena al ser obligatoria la existencia de un vínculo jurídico cual es el contrato de trabajo, aunque en los últimos tiempos la aplicación de estas coberturas se ha extendido a otros supuestos (p.e.: trabajadores autónomos).

Con estos planteamientos, la mejor manera de enfocar al administración de riesgos, bajo el prisma de la gerencia o dirección de riesgos, es que se tengan muy presentes las especiales características de los riesgos laborales y se adapten a sus especiales condicionantes.

Tratamiento integral del riesgo profesional

La propuesta de la Mutua de Accidentes de Trabajo y E.P. como mayor implantación en España, FREMAP, contempla la prevención como parte de un concepto más amplio que denomina Tratamiento Integral del Riesgo Profesional y que define como «la aplicación coordinada de técnicas preventivas, asistenciales, rehabilitadoras, reparadoras y recuperadoras para la lucha contra los riesgos profesionales y sus consecuencias humanas, físicas, psíquicas, sociales y económicas».

Entre estas técnicas incluyen:

Nivel preventivo

- Seguridad e higiene en el trabajo, medicina preventiva laboral, psicología, ergonomía, etcétera.

Nivel asistencial

- Primeros auxilios y actuación ante emergencias.
- Asistencia médica, ambulatoria y hospitalaria.
- Asistencia social.
- Asistencia rehabilitadora.
- Asistencia económica.

Nivel reintegración social

- Reentreno en la profesión.
- Readaptación profesional, cuando nos es posible la incorporación al mismo trabajo.
- Empleo que hace posible la efectiva reintegración social.

Gestión de calidad total

La situación actual es que la mayor parte de las empresas que tienen una mínima estructura han implantado modelos y sistemas relacionados con la calidad de sus procesos de trabajo y sus resultados. En este contexto es ya habitual encontrar un planteamiento especial a las cuestiones de seguridad y salud laboral desde la óptica de la calidad y su gestión.

El enfoque suele ser doble; por un lado los daños provocados por los sucesos que se denominan accidentes y enfermedades profesionales y por el otro el incremento de negocio obtenido por la mejora de las condiciones de trabajo.

Desde los modelos más difundidos e implantados en la Unión Europea, ISO 9000-2000 y EFQM (The European Foundation for Quality Management), se plantea que la calidad total de la gestión de empresa debe garantizar la máxima eficacia de los recursos puestos a disposición de la gestión y actividad empresarial. Así, un suceso no productivo se asume como una falta de eficacia y un despilfarro de recursos, y el suceso que debe eliminarse, planteándose la prevención de sucesos negativos como una estrategia en el diseño de los sistema de trabajo, la previsión como una herramienta necesaria para el aseguramiento de la calidad del proceso y el control total de los resultados como una protección de los posibles efectos negativos de sucesos o situaciones no detectadas y controladas por las fases anteriores.

Se podría afirmar que un modelo de gestión, por más que esté sometida su calidad a la certificación contra modelos concretos y supera las pertinentes auditorías de organismos de control, no podrá ser considerado eficaz y aceptable si sufre las consecuencias de los accidentes de trabajo. Se asume en estas organizaciones que los daños provocados por los accidentes y las enfermedades profesionales son indicadores claros de la falta de calidad del sistema de gestión empresarial.

Con otro enfoque desde el punto de vista de la mejora de la actividad o negocio desarrollado, se asume, como algo relevante la situación que perciben los trabajadores en la empresa quedando así reflejado prácticamente en todos los modelos de calidad, dado que ello determina su comportamiento en el desarrollo de su trabajo y la consecución de los objetivos de productividad y calidad.

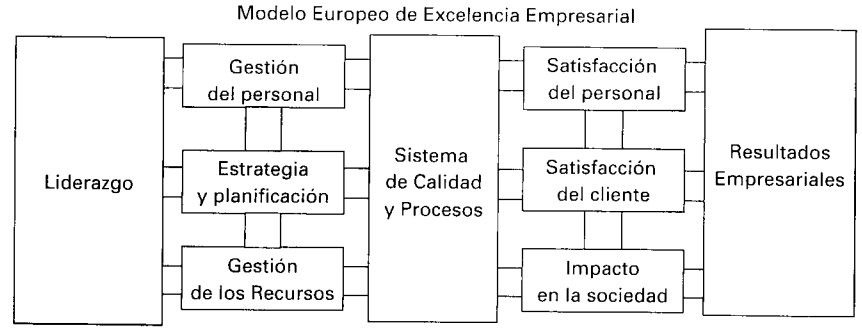


Figura 2. Modelo EFQM

Así en los modelos de calidad las cuestiones relacionadas con la gestión del personal, de cara a conseguir su implicación y asunción de responsabilidades de los empleados, resultan críticas para el éxito en la actividad. De igual modo la satisfacción del personal, atendiendo a indicadores de satisfacción y la moral del personal, como por ejemplo, el absentismo, las bajas por accidente o enfermedad, la rotación externa de personal, abandono anticipado del puesto de trabajo, niveles de siniestralidad, etc., son objetivos que se deben gestionar para conseguir que la eficacia de la actividad sea máxima.

Estos planteamientos tienen mucha relación con la ergonomía aplicada a las organizaciones; tanto que se podría afirmar que, al igual que ya no es admisible, como generalidad, la adaptación del hombre al trabajo, tampoco lo es la adaptación del hombre a la organización, sino más bien al contrario, es decir la adaptación de la organización al hombre y sus necesidades.

Con esta situación muchas organizaciones se plantean integrar en uno los tres sistemas de calidad, medio ambiente y seguridad y salud laboral, como estrategia para asumir planteamientos comunes y no duplicar acciones.

Hay que matizar que al igual que alguno de los modelos o programas ya descritos anteriormente, en el área de seguridad y salud laboral existen una serie de obligaciones legales que hay que plantear como mínimos a cumplir, si bien es verdad que la mayor parte de los modelos de gestión para la calidad tiene entre sus requisitos el cumplimiento de las obligaciones legales.

Como ya se ha comentado las funciones de la empresa en la gestión del riesgo profesional están definidas por:

- Las normas legales establecidas por la Administración en cumplimiento del deber de protección de los trabajadores.
- Los acuerdos establecidos con los trabajadores o sus representantes a través, entre otros, de la negociación colectiva.
- La política social establecida por iniciativa de la empresa.

Hay que tener en cuenta que algunas fases del tratamiento son referidas al seguro o asumidas directamente por la Administración.

A la empresa le corresponde la responsabilidad directa de la prevención, primeros auxilios, y la planificación de emergencias y puede hacerse cargo de la asistencia por incapacidad transitoria, con lo que asume las correspondientes responsabilidades. Sin embargo, se estima que la empresa auto-aseguradora, no debe desentenderse del resto de las fases del tratamiento, que cuando menos tiene repercusiones en el balance social de la misma.

Como ya se ha analizado, la empresa tiene un papel protagonista en la gestión de la prevención, también tiene posibilidades de intervención y por tanto de responsabilidades, por lo menos en el plano social, en el resto de las fases del tratamiento integral, sobre todo si es una empresa autoaseguradora. Con ello se mejorará tanto su balance económico como su balance social. Por todo lo reflejado hasta aquí, se trataría de definir una metodología para la gestión del riesgo profesional en la empresa que asumiese los objetivos más positivos de los programas nombrados y que aportasen otras con mayor alcance y contenido a tal cuestión, como complemento de las anteriores.

1	Política de la gerencia en prevención: • Promulgación y difusión de la política preventiva. • Compromisos gerenciales.
2	Plan de prevención: • Estructura organizativa. • Definición de funciones y responsabilidades. • Requerimientos para la acción preventiva.
3	Programa de la acción en prevención: • Diagnóstico de la situación. • Definición de objetivos. • Planificación de las actividades preventivas. • Seguimiento de la planificación y control de los resultados.

Figura 3. Modelo de Gestión

POLÍTICA DE PREVENCIÓN DE LA GERENCIA

Resulta evidente que la efectiva prevención de riesgos profesionales empieza en la dirección de toda organización y que a partir de ella debe extenderse a cada una de sus partes.

La prevención de los riesgos profesionales dentro de la mejora continua de las condiciones de trabajo debe ser objetivo permanente y fundamental de la dirección de la empresa, al igual que lo son la producción de bienes y servicios con el necesario nivel de calidad y la rentabilidad de su gestión, pues como ya se ha señalado forman parte necesaria de todo ello.

La dirección debe manifestar claramente el espíritu y transmitirlo a todos y cada uno de los componentes de su estructura sea cual sea su función y su nivel.

En todos los sistemas de gestión de prevención de riesgos laborales aprobados por organismos tanto nacionales internacionales (Directrices de la OIT, de la Unión Europea, OSHAS 18.001, etc.) se especifica que el primer paso para el establecimiento de un Sistema de Prevención de Riesgos Laborales en una empresa es un estudio inicial que defina la Política en materia de seguridad y salud laboral que va a llevar a cabo la empresa.

Así pues, este debe ser el primer punto a desarrollar, ante cualquier intento de definir el sistema y modelo de actuación en materia preventiva que se vayan a implantar.

Promulgación y difusión de la política en prevención

Se puede delegar la responsabilidad de la organización del programa y la planificación de la actividad preventiva, pero lo que no se puede delegar es la responsabilidad de la política básica que define el Plan de Prevención de Riesgos Laborales de una empresa. El ejecutivo máximo de la empresa es también el máximo responsable de prevención y por lo tanto de definir la política de la organización en esta materia.

La dirección cuenta con el poder y los recursos para tomar iniciativas y dar ejemplo a través de su comportamiento. Si está asume la prevención de riesgos laborales, como un área relevante de su gestión, estas actitudes positivas de los directivos de forma necesaria se transmitirán a todos los niveles jerárquicos.

Sin embargo, este interés debe traducirse en hechos concretos. No basta con buenas intenciones a través de manifestaciones verbales. Los principios de la política de prevención deben reflejarse por escrito, de forma que exista un documento que muestre la actitud de la dirección en relación a dicha necesidad.

Al principio, la implantación de las cuestiones recogidas en el plan de prevención derivadas de la política definida por la gerencia requiere una estrecha atención, ya que generalmente se trata de una actividad novedosa y que requiere cambiar de aptitud y comportamiento. Por consiguiente, la política de prevención, deberá elaborarse de forma que establezca con claridad los logros globales que se pretendan y marque el espíritu y cultura que deberá ser materializado en el plan de prevención de la empresa.

Algunas razones para definir dicha política, podrían ser entre otras, las que se relacionan a continuación:

- Facilitar la imposición de prácticas y normas relacionadas con la prevención.
- Facilitar el cumplimiento de las mismas.
- Facilitar la asignación de tareas específicas a la línea de mando en materia preventiva.
- Facilitar a los mandos la puesta en práctica de sus funciones.

Principios de referencia

Para elaborar la política de prevención, se pueden utilizar ciertos principios de referencia que se consideran básicos en la exposición inicial de cualquier política de prevención de riesgos laborales, aunque cada empresa al iniciar su redacción, deberá tener en cuenta sus propias necesidades.

Algunos de estos principios rectores de la política de prevención se resumen a continuación:

- Ético:
  - Protección de las personas.
  - Protección de los bienes materiales.
  - Protección del medio ambiente.
- Prevención integrada.
- Participación.
- Reconocimiento.
- Comunicación.
- Reiteración.
- Minimizar perdidas.

La **ética** en las empresas marca la diferencia entre una empresa y otra, en cómo conseguir sus objetivos, y la máxima de si el fin justifica los medios aquí está muy presente, máxime cuando se hace referencia a la **protección de las personas**, los **bienes materiales** de la empresa y el **medio ambiente** donde ésta se encuadra. La **prevención integrada** es una estrategia para conseguir los objetivos marcados en esta área con los recursos justos y con la máxima eficacia posible, igual que se plantea en otras áreas de la empresa. De la mano de esta integración y de forma inseparable el principio de **par-**

ticipación debe estar siempre presente, no sólo como una forma de transmitir la ética de la empresa sino como modelo de gestión que intenta garantizar el éxito en la gestión. Para conseguir esta participación un aspecto relevante es el **reconocimiento** de lo conseguido pero quizás más importante, de lo realizado para conseguir ese resultado. Un planteamiento que la gerencia debe tener presente es la **reiteración** en la consecución de los medios para conseguir el fin de la empresa, donde la constancia de la máxima autoridad de la organización es el motor que hace avanzar en cualquier área de la gestión. Por supuesto, el fin último es **minimizar las perdidas** de toda índole y condición, como método para conseguir la eficacia y eficiencia en la empresa.

Para concretar algo más el contenido de lo que deberá contener la declaración de la política de la empresa, a continuación se expone un ejemplo con varios de los contenidos:

- Todos los daños pueden y deben ser evitados.
- La línea jerárquica es la responsable de la prevención de los riesgos.
- La gestión de la prevención se debe considerar al mismo nivel que la gestión de la actividad productiva.
- La prevención de los riesgos es un factor clave para la productividad de la empresa.
- La prevención tendrá siempre prioridad sobre la brevedad o rapidez.
- La prevención/seguridad total se extenderá a cuatro áreas importantes: personal de la empresa, productos, clientes y público en general.

Difusión de la política de prevención

Una vez definida dicha política, deberá divulgarse para que todos los trabajadores incluida la línea jerárquica llegue a familiarizarse con ella. Para ello se puede recurrir a cartas, impresos, folletos, reuniones, tablones de anuncios, intranet de la empresa, página web, etc. El interés de la dirección se manifestará tanto por la imposición de la política y el programa, como por el seguimiento y participación en las actividades previstas en el mismo. Todo ello, redundará en el apoyo al esfuerzo que la empresa pretende ejercer en este campo. La dirección deberá tomara la iniciativa para mantener vivo el interés, y demostrará

a través de su ejemplo, que la actitud y comportamiento prevencionista debe prevalecer en todo momento.

En este sentido conviene plantearse la revisión periódica de la política en prevención que defina la empresa, para que se adapte tanto a los cambios externos que la afectan como a aquellos otros internos de orden organizativo o que sean derivados de las actuaciones en prevención, que pueden plantear un cambio de estrategia en la materia o un cambio de objetivos. Esta actualización es un indicador claro del interés de la máxima autoridad de la empresa en la materia de prevención de riesgos laborales.

La eficacia de cualquier programa y de cualquier política está en relación directa con este apoyo activo que le preste la dirección.

Compromisos de los niveles gerenciales

Este apartado, junto con el anterior, se considera de vital importancia, por cuanto sin el apoyo continuado de la gerencia no es posible mantener ningún esfuerzo en materia de prevención de riesgos profesionales. La gerencia debe mostrar visiblemente su compromiso en dicha materia, asumir aspectos tales como:

- Establecer un plan de acción para toda la empresa en prevención de riesgos laborales.
- Exigir una planificación concreta sobre las actuaciones que son necesarias para la eliminación y control de los riesgos.
- Implantar como norma las medidas preventivas en los proyectos de nuevas instalaciones y procesos productivos.
- Interesarse personalmente por el análisis de los accidentes y por el seguimiento de la implantación de las medidas necesarias para evitar su repetición.
- Dar ejemplo en el cumplimiento de las normas de seguridad y salud laboral existentes en la empresa.
- Incluir los temas de seguridad y salud laboral y prevención de riesgos laborales en las reuniones de directivos.
- Exigir la toma de decisiones correctivas en aquellos sectores de la empresa que presenten resultados deficientes en seguridad y salud laboral.
- Reconocer a los departamentos o sectores con buenas prácticas y resultados.

- Respaldar la asignación de un presupuesto anual específico para la prevención de riesgos.
- Realizar un control y seguimiento de la planificación de las acciones en prevención, incluida la aplicación del presupuesto económico.
- Dotar a la organización de prevención de riesgos con los recursos, personales y materiales, suficientes y adecuados, según los riesgos y actividad de la empresa.

PLAN DE PREVENCIÓN DE RIESGOS

La realización en una empresa de alguna acción en materia de prevención de riesgos laborales, supone la existencia de un cierto programa aunque ésta sea mínima y no definido formalmente. Este tratamiento de la prevención, fruto de un enfoque más o menos espontáneo, implicaría que la dirección no se ha planteado seguir una sistema concreto que contenga un plan especifico. De hecho, se podría afirmar que para cualquier empresa, el conjunto de disposiciones legales que le afectan en materia de seguridad y salud laboral, debe constituir el punto de partida que defina un plan y su consiguiente programa mínimo de obligaciones a cumplir.

Así pues el plan de prevención de una empresa, que como ya se ha comentado, arranca de la definición de su política en la materia, y éste deberá incluir al menos lo siguiente:

- Estructura organizativa.
- Definición de funciones y responsabilidades.
- Requerimientos para la acción preventiva; prácticas, procedimientos, procesos, instrucciones operativas y recursos.

No hay que confundir pues el plan de prevención de la empresa con la planificación de la actividad preventiva. Mientras que el plan de prevención es el primer paso del establecimiento de un sistema de gestión en la empresa, la planificación preventiva, como ya se verá más adelante, se deriva del análisis de las situaciones de los riesgos existentes y define las acciones concretar a realizar, es decir, que es el paso posterior a la evaluación de los riesgos.

La gestión de la prevención que se propugna, responde a los criterios profesionales y requiere la aplicación de unos principios, unos modelos y unas técnicas de dirección que han demostrado su valía en otras áreas de gestión en la empresa, como pueden ser las de calidad (p. ej.: ISO 9000-2000) o de medio ambiente (p. ej.: ISO 14000).

Naturalmente, este plan de prevención estará diseñado en función de las características de la empresa y será coherente con otros planes de la misma. No puede olvidarse que la prevención, como un área más de la gestión de la empresa, está íntimamente vinculada con la acción del conjunto de las diferentes partes que la componen, y que no se debe admitir contemplarla de forma separada.

Por éstas y otras razones, la política general con respecto a los riesgos profesionales debe ser definida por las más altas instancias de la empresa, tal y como ya se comentado anteriormente. También el plan de prevención debe ser aprobado por la dirección general, a la que deberán rendirse cuentas de la evolución del mismo y de sus resultados. Ambos aspectos se consideran básicos.

Pero para toda gestión, son imprescindibles instrumentos de medición o criterios de referencia aceptados, que permitan evaluar la situación de partida, los objetivos a alcanzar, y los resultados obtenidos. Si no existen estos instrumentos no puede hablarse de gestión, lo que en el área de los riesgos profesionales ocurre con demasiada frecuencia. Se plantea pues, el problema de determinar cuáles son los criterios que van a primar a la hora de fijar los objetivos de la gestión y cómo evaluarlos, limitándolos, en este caso, al área de la prevención.

Este no es un problema sólo de la dirección y del departamento de prevención. En el enfoque actual de la seguridad integrada, como ya se explicará posteriormente, todo mando debe asumir una cuota de responsabilidad en la misma y por lo tanto, también en su gestión.

De forma genérica y conceptual, en el ámbito específico de la empresa, se enfrentan o se contraponen dos criterios diferentes para determinar los objetivos:

1. Reducir el número y gravedad de las lesiones de los trabajadores y minimizar las consecuencias físicas, psíquicas, sociales y humanas de las mismas. CRITERIO DE OBJETIVOS SOCIALES.
2. Reducir al máximo la incidencia del riesgos profesional y sus repercusiones de toda índole en el patrimonio y dividendos de la empresa. CRITERIO DE OBJETIVOS ECONÓMICOS.

Esta dualidad en los criterios para el planteamiento de los objetivos se deja ver por ejemplo, en las dos grandes líneas de enfoque de la prevención en la empresa hoy existentes y que con anterioridad se han descrito:

- Para unos la gestión del riesgo profesional forma parte del «control total de pérdidas» que da un peso muy destacado al factor económico de los accidentes y daños derivados del trabajo.
- Para otros la problemática de los daños derivados del trabajo (accidentes, enfermedades profesionales, fatiga, etc..) se enmarca dentro de las «condiciones de calidad de vida en el trabajo» en el que se incluyen la adaptación del mismo a las aptitudes físicas y mentales del trabajador, ritmos, duración de la jornada, horarios, contenido del trabajo y aun la propia organización del mismo. Con este criterio se mueve la OIT, y la legislación de muchos países de la Unión Europea, entre ellos España.

En qué medida uno y otro tipos de objetivos son coincidentes, problema reflejado en la clásica cuestión sobre la rentabilidad de la prevención, viene dado por la evolución de la conciencia social a través de los condicionantes que impone.

Las razones sociales y legales, se traducen en razones económicas y en la medida que aquellas son más exigentes se identifican más ambos objetivos. Se podría afirmar que resulta más rentable económicamente o menos costoso, atender a razones sociales que no hacerlo.

Sin embargo en los últimos tiempos muchas empresas ya parten de un enfoque mucho más potente y positivo: el perfeccionamiento de las condiciones de trabajo se considera un factor importante en la competitividad de la empresa, en el ámbito de las sociedades desarrolladas.

Se considera pues que la prevención de los riesgo profesionales es un instrumento para la mejora de los aspectos económicos y sociales de la empresa.

Estructura organizativa

La estructura organizativa de la prevención puede hacerse con arreglo a varios criterios, pero aquí solamente se hará mención a dos de ellos por ser considerados como los más aceptados.

- Basada en criterios tradicionales y que denominamos *prevención específica*.
- Basada en criterios más actuales y que denominamos *prevención integrada*.

A. *Prevención específica*

Se fundamenta en que la organización interna específica en la materia asume todas las funciones propias de la prevención, con lo que resulta que trabaja de forma independiente de las líneas operativas y de mando de las empresas. El «jefe de seguridad y salud laboral», generalmente, hace «toda la prevención», creándose una organización paralela a la propia organización técnica y económica. Esta situación puede llegar a ser peligrosa, puesto que en caso de ausencia del mismo, la prevención puede llegar a paralizarse.

Es posible que el origen de esta doble organización estriba en una doble concepción de la organización del trabajo; por un lado, se marcan las pautas operativas del trabajo en sí mismo, y por otro, se confeccionan unas normas de prevención o seguridad adicionales a los propios métodos establecidos. Esta separación condiciona el que a las cuestiones relacionadas con la prevención de riesgos se la vea de forma externa, lo que podría implicar un cierto rechazo en relación a las funciones directamente productivas.

Otra problemática inherente a este modelo de organización es la dimensión que el propio departamento de prevención debe alcanzar para poder afrontar este nivel de compromiso. Sólo las empresas muy grandes y con muchos recursos pueden intentarlo, aunque con pocas garantías de éxito, dada la dudosa eficacia del sistema en comparación con la otra alternativa organizativa.

B. *Prevención Integrada*

Consiste en concebir que la prevención es intrínseca e inherente a todas las modalidades de trabajo, por lo que las responsabilidades de prevención están en función de la competencias asumidas en el puesto de trabajo. El responsable del trabajo también lo es de las medidas de prevención que son necesarias para realizarlo.

En el enfoque de la prevención integrada seguirá siendo válido el eslogan «La seguridad es obra de todos», pero con una mejora consustancial: cada uno sabe la parte que le corresponde, sus funciones, los medios con los que cuenta y sobre todo es consciente de que asume una responsabilidad que en algún momento le pueden ser solicitadas.

PRINCIPIOS DE LA INTEGRACIÓN DE LA PREVENCIÓN

La Comisión General de Seguridad e Higiene de la Industria Siderometalúrgica de las Comunidades Europeas, realizó un amplio informe al respecto, estableciendo entre otros, unos principio básicos que se exponen a continuación:

Primer principio: «Las cuestiones de prevención deben ser integradas en las actividades productivas de forma que no puedan ser separadas de estas últimas».

Es uno de los principios básicos y supone el análisis y estudio de cada proceso de trabajo, de su organización y de su realización, estableciéndose por escrito los correspondientes *procedimientos o instrucciones de operación* en los que se integran, paso a paso, las cuestiones relacionadas con la prevención. Estas ya no figuran en normas separadas, sino que son consustanciales al proceso de trabajo.

Del mismo modo en la formación del personal que ha de ejecutar el trabajo, la prevención estará siempre integrada y se ajustará específicamente al problema concreto.

Segundo principio: «Para llevar a cabo las acciones preventivas, es esencial que la dirección de la empresa y sus diversos servicios puedan recurrir a los consejos y asesoramientos de un *servicio especializado* a las órdenes directas de la dirección».

Podría parecer hasta un contrasentido que se establezca previamente la necesidad de distribuir las funciones de prevención en la línea de mando, para a continuación recalcar la necesidad de un servicio especializado que podría pensarse carecería de funciones.

Conviene explicar que hay dos tipos de funciones básicas dentro de la prevención, las de administración o dirección y las de ejecución.

La pregunta que se debe responder es ¿dentro de éstas funciones, cuáles asume el servicio de prevención especializado y cuáles se integran en la línea de mando?

No existe una única respuesta a esta pregunta, dándose varias soluciones según las distintas empresas y en ello desempeña un papel importante el nivel de formación de los mandos técnicos.

La dirección de la prevención corresponde en su grado máximo a la dirección de la empresa, y al resto de los mandos en función de las responsabilidades que tengan asignadas cada uno de ellos. El servicio de prevención es auxiliar de la dirección de la empresa, a la que presta y somete a su aprobación, planes, objetivos, resultados de los distintos controles, etc.

La ejecución de las distintas fases, reconocimiento, evaluación y control, es en la prevención integrada responsabilidad de la línea de mando y aquí el servicio de prevención realiza la función de apoyo y asesoramiento, estimulando, potenciando y valorando los riesgos, los medios, las actuaciones y los resultados, en definitiva, suministrando instrumentos para la dirección y ejecución de la prevención, a efectos de que ambas funciones alcancen el mayor nivel de eficacia.

Se podría decir que el servicio de prevención es la herramienta que la empresa utiliza para poder realizar con acierto las funciones en prevención de riesgos laborales.

Tercer principio: «Cada miembro de la línea jerárquica tiene la obligación de llevar acabo *actividades de prevención* dentro de la zona o área de la que es responsable».

Ya se ha señalado que la función de ejecutar la prevención corresponde a la línea de mando, siendo su responsabilidad el que se efectúe el reconocimiento, evaluación y control de riesgos.

Cuarto principio: «Todas las actividades de prevención deben ser coordinadas en el seno de un programa coherente, jalonado de informes periódicos para que su seguimiento permita una continua adaptación».

La planificación es la base fundamental del funcionamiento de la prevención integrada. Se distribuyen multitud de funciones en ejecución y gestión de la prevención a todos los niveles y a todo el espectro de la empresa. Sin una definición clara de las mismas y de su extensión en cada caso, sin una normalización y sin un seguimiento podría darse lugar a una situación caótica y al descrédito de la prevención. Así pues, el principal problema de la prevención podría ser su complejidad, por lo que la implantación se efectuará paso a paso.

Quinto principio: «Es necesario que, en base a este programa, requiera el concurso de los *representantes de los trabajadores* cuya colaboración en todos los campos de la prevención en el trabajo tiene la mayor importancia».

La implantación de la prevención integrada supone un considerable esfuerzo de estudio, planificación, organización y de coordinación y es

muy difícil hacer nada al respecto si existe una actitud de oposición frontal por parte de los representantes de los trabajadores. Este planteamiento va en la línea ya comentada de la participación de los trabajadores en todos los aspectos relacionados con la mejora de las condiciones de trabajo, y que viene reflejada en prácticamente todas las legislaciones europeas.

Sexto principio: «Las *acciones formativas* en materia de seguridad y salud laboral y en todos los niveles jerárquicos y de todo el personal de la empresa, son de la mayor importancia».

Si ya antes se ha hecho referencia a la formación del personal que iba a aplicar procedimientos e instrucciones de operación integrados, es necesario efectuar ahora algunas consideraciones, con relación a la formación de los mandos.

Todos mando debe ser consciente de lo que sus colaboradores esperan de él:

1.° Que sea capaz de organizar el trabajo de forma que se limiten al máximo los riesgos y los daños por estos provocados. Es decir, que tenga capacidad profesional en el mando.
2.° Que les informe de las particularidades del trabajo que se va a realizar y de los riesgos que pudieran existir así como de las medidas preventivas que debe adoptar. Presupone buena fe del mando e interés en la protección de los trabajadores.
3.° Que tenga en cuenta las sugerencias e ideas. Presupone que el mando tiene capacidad para valorar los conocimientos y experiencias de sus colaboradores.

A lo largo de la formación del mando deben ser considerados estos tres aspectos que sirven para orientar su actuación futura en cuanto a la actitud general.

Recibirá también información y formación específica con respecto a las responsabilidades que le son asignadas.

Esta formación debe ser integrada dentro de la formación para el desarrollo de su función. Se trata simplemente de no separar; prevención y trabajo son todo uno.

A partir de estos principios que se ha comentado, la organización de la prevención integrada en cada empresa, debe ajustarse a las características y organización de la misma, no debiendo olvidarse de las exigencias y obligaciones legales que en cada país o contexto geográfico debe respetar la empresa..

Aparte de que el sistema pueda ser más o menos complejo, por cuanto hay que estudiar tarea a tarea, y que el departamento de prevención necesita una alta capacidad de respuesta a problemas concretos que en ese estudio se irán planteando, es preciso contar de verdad, como ya se ha dicho, con la gerencia, los mandos de línea y los trabajadores y aquí el principio de resistencia al cambio se hace notar fuertemente.

El enfrentamiento con problemas para los que no haya formación suficiente, el tener que afrontar nuevas responsabilidades y trabajos, son factores que indudablemente influyen, por ello se insiste en una implantación paulatina en el tiempo y en el tipo de funciones y actividades que se integran.

VARIANTES ORGANIZATIVAS DE LA PREVENCIÓN INTEGRADA

La organización de la prevención admite, incluso dentro de la cultura explicada de prevención integrada, diversa variantes de acuerdo con las distintas estructuras organizativas empresariales.

Se describen las formas más usuales:

Organización en línea

La característica más importante de este tipo de organización es que se adapta perfectamente a la estructura jerárquica de la empresa. Consiste en que toda la labor preventiva de la empresa, gestión, ejecución y responsabilidad, la realice cada uno de los mandos de la empresa, como una función más (tercer y primer principio de los ya descritos).

Resulta evidente que la forma lineal de organización tiene la ventaja de incidir en una sola persona la responsabilidad dentro de cada unidad, sección o departamento por el hecho de que debe integrar la prevención en todas las actividades propias de su área de trabajo.

Dado que en la estructura jerárquica de la empresa, la dirección adquiere la mayor la mayor responsabilidad y el mayor poder de decisión, se supone que está ha de poseer amplios conocimientos en materia de prevención de riesgos laborales, y que dedicará parte considerable de su tiempo en potenciar la salud de los trabajadores. Ello suele estar alejado de la realidad, lo cual puede suponer una desventaja para la total aplicación de este esquema organizativo, asumiendo la conveniencia del sistema.

Organización Staff

Con el fin de reducir las dificultades anteriormente expuestas y tratadas sobre al organización en línea, es frecuente que las direcciones de las empresas de cierta importancia, contraten a una persona o equipo especializado en técnicas preventivas, a fin de que asesoren a los diferentes estamentos de la empresa sobre tales materias, delegando una parte de la autoridad y con ello algunas de las funciones para que sean asumidas por el servicio especializado y la organización (segundo principio).

El posible problema que puede surgir en este tipo de organización estriba en que normalmente no se encuentran perfectamente delimitadas las responsabilidades, las funciones, ni los flujos de información por lo que son numerosas las situaciones de conflicto y las tomas de decisiones contrapuestas. Como ejemplo clásico está el jefe del departamento de prevención que exige determinadas medidas preventivas para la realización de un trabajo, y el jefe de producción que las obvia alegando que demoran la realización del mismo.

Las dificultades no son de tipo organizativo sino que se basan en imperfecciones de definición solucionables, delimitación de funciones, clasificación de responsabilidades que deben situarse mayoritariamente en la «línea», asignación de medios y lo que es de fundamental importancia, el apoyo que la dirección concede a la política preventiva de la empresa.

La organización *staff* se ha demostrado como la más aconsejable para los órganos técnicos de prevención de la empresa, siempre que estos dependan directamente de la máxima jerarquía de la misma.

Organización en grupos de trabajo

Es frecuente que la gestión y ejecución de la labor preventiva se encuentre reducida a una serie de personas que prácticamente no están expuestas a riesgos laborales, cuando en cambio, las personas sometidas a riesgo, tengan un mínima incidencia en la organización de la prevención. Tal contradicción ha favorecido el desarrollo de esquemas organizativos basados en grupos de trabajo, tanto de carácter homogéneo (por ejemplo trabajadores) como heterogéneo (por ejemplo técnicos, mandos y trabajadores).

Tales grupos de trabajo que actúan básicamente por reuniones, constituyen un sistema ágil y flexible que puede ofrecer buenos resultados, tanto en el diseño y planificación de la política preventiva, como en le desarrollo de acciones específicas y su evaluación y control. Evidentemente, toda vía de diálogo como ésta u otras similares, siempre conduce a resultados positivos (quinto principio).

Dichos sistemas de participación han demostrado su eficacia en el desarrollo de métodos avanzados de organización del trabajo, a través de lo que se denominan grupos autónomos de trabajo, grupos de mejora o progreso, círculos de calidad, etc., aplicados en procesos productivos y que se han ido extendiendo a otros campos como el de la prevención de riesgos laborales, en el que igualmente están efectuando significativas aportaciones.

Organización mixta

Cada empresa en particular posee una estructura organizativa derivada de sus condiciones externas e internas. De la misma forma, la organización de la prevención ha de ajustarse lo máximo posible a dicha estructura organizativa de la que no es ajena. Ello determina que no exista una «organización tipo», que satisfaga plenamente a todas las empresas.

Lo que si se puede afirmar es que la efectividad de las acciones preventivas estará fuertemente relacionada con el grado de organización de la empresa, con la sistematización de la función preventiva y con un buen planteamiento de base que contemple todas las variables que intervienen en su tratamiento y desarrollo.

Por eso, el modelo de organización de la prevención que habrá de desarrollarse en una empresa determinada, deberá contemplar los diferentes tipos de organización expuestos, para estructurarse normalmente en un sistema de organización mixta, asumiendo un peso porcentual diferente de cada uno de ellos, en función de una adecuación objetiva a lo que la realidad exige y a su vez permite.

ORGANIZACIÓN ESPECÍFICA DE PREVENCIÓN

Una vez comentada la estructura organizativa general que la empresa debe disponer para asumir el plan de prevención y la cultura ligada a la integración de la prevención, se describen a continuación aquellos órganos de la misma que forman parte de la estructura específica de la prevención en la empresa.

La organización de los recursos necesarios para el desarrollo de las actividades concretas de prevención podrá hacerse con una o varias de las figuras siguientes:

A) Asunción directa por parte del empresario
B) Designando a uno varios trabajadores
C) Constituir un servicio de prevención propio
D) Contratar un servicio de prevención externo

A) Asunción directa por parte del empresario

La mayoría de las empresas que prestan su actividad en el contexto económico actual son de las denominadas pequeñas y medianas empresa (PYMES), que en nuestro país aglutina el mayor número de trabajadores. Sin embargo, la gestión que en ellas se práctica dista mucho de poder considerarse cualificada y profesional en comparación con la metodología utilizada en la gran empresa, aunque no así en sus resultados, por lo que resulta muy difícil y en muchos casos imposible que se doten de una estructura de cierta magnitud para el desarrollo de la actividad preventiva. Pero quizás la justificación más veces argumentada para que el personal directivo no establezca esa estructura específica de prevención, es que no es rentable y por lo tanto no es necesario.

Esto no excusa a estas empresas y a sus empresarios de efectuar unas labores de prevención fijadas por sus obligaciones legales y por la asunción de la propia cultura que en la materia se establezca formalmente o no.

Así pues, se plantea que el empresario pueda asumir el papel del mencionado servicio especializado de prevención para su empresa si en esta se reúnen los siguientes requisitos:

1. Número reducido de trabajadores, por ejemplo menos de seis.
2. Que las actividades desarrolladas no sean de especial peligrosidad.
3. Que el empresario desarrolle de forma habitual su actividad profesional en el centro de trabajo.
4. Que el empresario tenga las capacidades correspondientes a las funciones preventivas que va a desarrollar.

Para aquellas actividades de prevención que requieren una alta cualificación profesional y numeroso y costoso equipamiento, como pueden las relacionadas con la higiene industrial o la vigilancia de la salud, la estrategia de este pequeño empresario deberá ser el contratar estas actividades concretas con un servicio externo a la empresa que le garantice tanto su calidad como su eficacia.

B) Designación de uno o varios trabajadores

La elección por parte del empresario de uno o varios trabajadores para la realización de ciertas actividades de prevención, deberá ser planteada de acuerdo a las necesidades de la propia empresa.

Este tipo de nombramientos se hace obligatorio en determinadas legislaciones, como en el caso de la española, pero dejan de serlo convirtiéndose en voluntario en función de que se produzcan alguna de una serie de cuestiones como son:

a) Que el empresario no haya asumido personalmente la actividad preventiva.
b) Que se haya nombrado un servicio de prevención propio.
c) Que se haya contratado un servicio de prevención ajeno.

No obstante la coincidencia de trabajadores designados con cualquier de las otras modalidades que se detallan puede resultar ventajosa de cara a conseguir una mayor eficacia en la actividad preventiva y también para conseguir una mayor implicación del personal que compone la empresa.

Para esta labor de trabajador designado se debe plantear la formación específica de estos trabajadores, más allá de la general que reciban el resto de los componentes de la empresa, y debe asumirse como algo necesario imprescindible, siempre en función de las actividades que vayan a asumir.

C) Constituir un servicio de prevención propio

Se entenderá por servicio de prevención propio el conjunto de medios humanos y materiales de la empresa necesarios para realización de la actividad preventiva. Así pues, esta organización específica está pensada cuando en una empresa concurran alguna de las siguientes situaciones:

a) Que la empresa tenga un número elevado de trabajadores (en España más de 500).
b) Que teniendo un número elevado de trabajadores (en España 250 o más) su actividad sea de elevado riesgo o peligrosidad (p. ej.: construcción, explosivos, toxicidad de productos, etc.).

Estos condicionantes vienen recogidos como una obligación legal en ciertos países, entre ellos España, lo que ha obligado a que las empresas que no tenían una estructura organizativa como la definida hayan tenido que dotarse de ella.

Estos servicios de prevención propios deberán constituir una unidad organizativa específica y sus integrantes se dedicarán de forma exclusiva a esta actividad , tratando de conseguir con ello que su actividad sea eficaz evitando un nombramiento sólo formal de este servicio y sus componentes, al mismo tiempo de evitar tensiones en la toma de decisiones que pudieran ser contrapuestas entre la prevención y otras áreas de la empresa, como por ejemplo producción, finanzas, mantenimiento, etc.

La constitución de estos servicios de prevención propios deberá hacerse dotándole del material necesario y de las personas que con carácter multidisciplinar puedan asumir estas funciones de prevención en la empresa. Tradicionalmente se ha venido dividiendo la actividad de prevención en los siguientes campos:

- Seguridad en el Trabajo.
- Higiene Industrial.
- Ergonomía y Psicosociología aplicada.
- Vigilancia de la salud.

Esto no quiere decir que se esté propugnando que todas las empresas con cierto tamaño o con un nivel de riesgo alto debe asumir todas estas funciones técnicas con su propio personal, al constituir el servicio de prevención propio. El planteamiento deberá ser de economía de esfuerzos y de eficacia, y así una empresa en la que sus mayores riesgos se manifiesten en cuestiones relacionadas con la seguridad y la ergonomía, parecerá adecuado que se dote de personal que asuma esas especialidades, contratando, si no puede asumirlo con su personal, con otro servicio de prevención externo a la empresa la actividad necesaria en le resto de las especialidades.

En este sentido se deberá calibrar muy bien las necesidades de personal para este servicio, atendiendo no sólo al nivel de riesgos que

la empresa tenga o al número de trabajadores que la constituyan, sino también a la dispersión de los centros de trabajo y el nivel de integración de la prevención existente en la empresa.

Una variante de este tipo de organización específica es la que se ha venido denominando servicio de prevención mancomunado, donde aquellas empresas que simultáneamente desarrollan actividades en un mismo centro de trabajo, edificio o centro comercial, ponen en común sus recursos para cubrir sus necesidad de dotarse de personal y materiales con los que asumir las actividades específicas de prevención.

En algún caso incluso empresas pertenecientes a un mismo sector productivo o grupo de empresarial o que desarrollen sus actividades en un polígono industrial o área geográfica limitada, deciden constituir un servicio de prevención mancomunado.

Las líneas directrices para el funcionamiento eficaz del Servicio de Prevención Propio o Mancomunado, se puede entresacar de estas fuentes:

- Resolución del Consejo de Europa sobre «Servicios de Seguridad en las Empresas» adoptado por el Comité de Ministros de fechas 20 de enero de 1976.
- Convenio n.º 161 sobre «Servicios de Salud en el Trabajo» de la OIT adoptado el 26 de junio de 1985.
- Directiva 89/391/CEE relativa a «Aplicación de las medidas para promover la mejora de la seguridad y de la salud de los trabajadores en el lugar de trabajo».

En el caso de España, existe la ratificación de las directivas comunitarias relativas a las cuestiones relacionadas con la seguridad y salud laboral, asumiéndolas con su propia legislación (Ley 31/95 de Prevención de Riesgos Laborales y el Reglamento de los Servicios de Prevención aprobado por Real Decreto 39/97 que desarrolla en parte la Ley).

A continuación se indican esquemáticamente los enunciados más representativos sobre las funciones de los servicios de prevención propios y/o mancomunados, remitiendo a los textos originales, donde se desarrollan más profundamente los contenidos de cada una de ellas:

a) Promover, con carácter general, la prevención en la empresa
b) Realización de la evaluación de los riesgos en especial aquellas cuyo desarrollo exija:

   1. Establecer una estrategia de medición para asegurar los resultados.

2. La interpretación o aplicación no mecánica de los criterios de evaluación

c) Impartir formación e información de carácter general, a todos los niveles y en especial de su especialidad.
d) Asesorar a la dirección, mandos y trabajadores.
e) Elaborar planes y programas de la empresa en materia preventiva en colaboración con otros estamentos de la misma.
f) La planificación de la acción preventiva, cuando sea necesaria la intervención de varios especialistas.
g) La vigilancia de la salud cuando tenga competencia reconocida para ello.

Los componentes del servicio de prevención propio o mancomunado funcionarán de forma coordinada, en particular en relación con las funciones relativas al diseño preventivo de los puestos de trabajo, la identificación y evaluación de los riesgos que no se hayan podido evitar, los planes de prevención y los planes de formación de los trabajadores.

Para ello se recomienda se diseñe un manual de funcionamiento interno del servicio de prevención propio, que defina las funciones y responsabilidades de cada uno de sus componentes, así como la realización de una planificación de sus propias actividades independientemente de las que se efectúe para las actividades de prevención generales de la empresa. Igualmente es aconsejable elaborar una memoria anual de las actuaciones efectuadas.

Una mención aparte merece la actividad que los especialistas de Vigilancia de la Salud desarrollan en estos servicios de prevención.

Tradicionalmente se han conocido como Servicio Médico de Empresa, siendo una de las instituciones de carácter preventivo más importantes de las que operan en las empresas, por las amplias funciones que tenían encomendadas en los diferentes campos de la prevención.

La situación actual en las empresas, marcadas en muchos casos por las disposiciones legales y en todas por esa premisa de integración y definición de unidad organizativa específica ya nombrada, ha hecho que estos especialistas se hayan integrado en los servicios de prevención propios o mancomunados, como no podía ser de otra forma.

Sin perjuicio de la necesaria coordinación ya indicada, la actividad sanitaria que desarrollen estos servicios de prevención contará

para el desarrollo de sus funciones con la estructura y medios adecuados a su naturaleza específica y la confidencialidad de los datos médicos personales, debiendo cumplir los requisitos establecidos en la normativa sanitaria de aplicación.

Todo lo descrito sobre las funciones y cometidos de los servicios de prevención propios deberá llevar a que la empresa en su plan de prevención incluya los procedimientos específicos que regulen estas acciones y la coordinación de estas actividades con las del resto de la empresa y que tengan influencia en materia de riesgos profesionales.

En este sentido un aspecto relevante es el organigrama funcional donde se encuadra el servicio de prevención propio, siendo determinado por cada empresa en función de su propia política preventiva y de su organización operativa. Debe adaptarse por tanto a cada particular organigrama. No obstante y de acuerdo con el esquema de la prevención integrada, ya comentado, el personal de dicho servicio tiene una serie de funciones operacionales de carácter general pero no operativo de línea , y fundamentalmente asume un papel de *staff* de apoyo y asesoramiento a la dirección y la organización. De esta forma la labor cotidiana de la prevención de los riesgos debe realizarla los técnicos, mandos y supervisores tal y como se ha descrito en la definición de prevención integrada.

A continuación se presentan en la Figura 4 los distintos organigramas funcionales que se pueden encontrar con cierta frecuencia y que responden a los diversos modos de entender la organización de la prevención.

A priori no existe una modalidad de organigrama que sea más eficaz que otras, ya que esta dependerá más de la jerarquización y rigidez en la organización que de la posición que el servicio de prevención ocupe en el organigrama funcional.

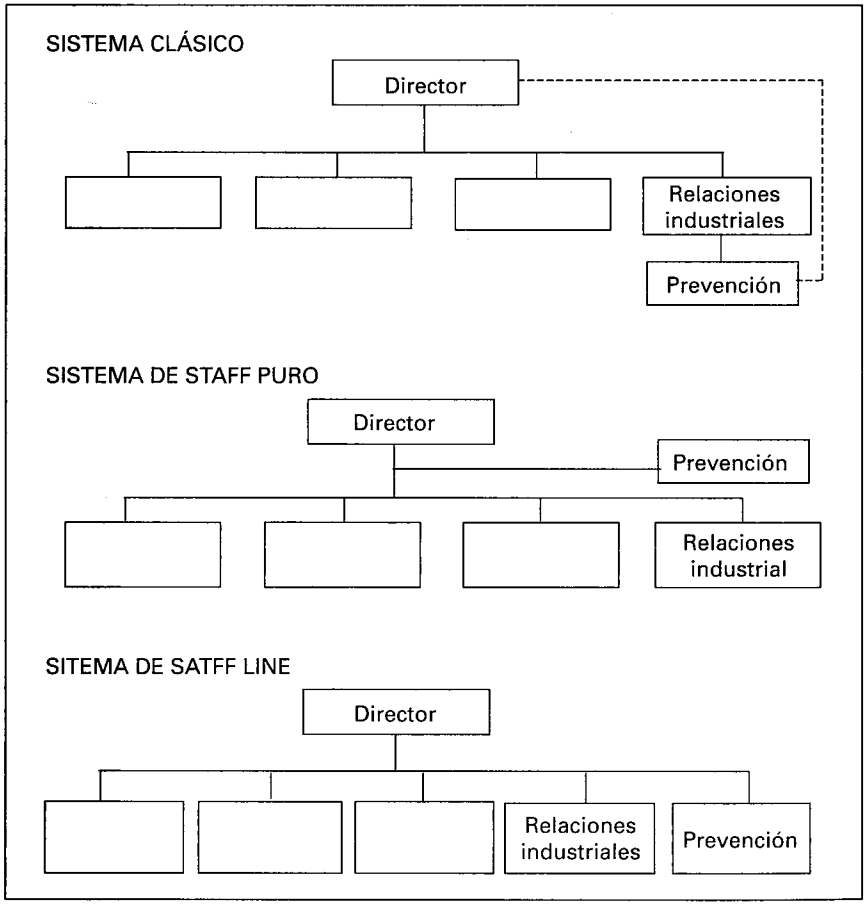


Figura 4. Posiciones en el organigrama.

D) Contratar un Servicio de Prevención Externo

Otra opción posible para la empresa, sin excluir ninguna de las otras hasta hora mencionadas ya que no son incompatibles y pueden coexistir sin ningún problema complementándose, es la contratación de un Servicio de Prevención externo, que realice actividades de prevención complementarias a las que efectúa la empresa con su medios y recursos humanos.

La empresa podrá recurrir a uno o varios servicios de prevención externoas, que deberán colaborar entre si cuando sea necesario, cuando concurra alguna de las siguientes circunstancias:

a) Que la designación de uno o varios trabajadores sea insuficiente para la realización de la actividad de prevención y no concurran circunstancias que determinen la necesidad de constituir su propio servicio de prevención.
b) Que no haya optado por constituir un servicio de prevención propio que asuma todas las actividades de prevención que se requieran en la empresa.

En algunas legislaciones, como es el caso de la española, los Servicios de Prevención externos deben estar acreditados para ejercer como tales por la Autoridad Laboral.

También en estas disposiciones legales se marcan las condiciones de personal y recursos materiales que se necesitan para ejercer como tal servicio y las funciones de asesoramiento y apoyo que deben prestar en función de los riesgos existentes en la empresa y en lo referente a:

- El diseño, aplicación y coordinación de los planes y programas de actuación preventiva.
- La evaluación de los factores de riesgo que puedan afectar a la salud de los trabajadores.
- La determinación de las prioridades en la adopción de las medidas preventivas adecuadas y la vigilancia de su eficacia.
- La información y formación de los trabajadores.
- La prestación de los primeros auxilios y planes de emergencias.
- La vigilancia de la salud de los trabajadores en relación con los riesgos derivados del trabajo.

De igual modo estos servicios de prevención ajenos tendrán que elaborar no sólo la programación anual de sus actividades para la empresa, sino también la memoria de las actuaciones en prevención realizadas anualmente.

La decisión para la elección de entre estas modalidades de organización específica de prevención hace necesario consultar con los representantes de los trabajadores, para atender a sus posible comentarios y sugerencias al respecto, al mismo tiempo que para fomentar su participación en cuestiones relacionadas con la prevención de riesgos laborales.

Un aparte sustancialmente importante de la estructura específica de prevención en la empresa y las figuras que la constituyen, es relativa a la que da satisfacción a la participación de los trabajadores en esta materia. Las figuras que se plantean son las siguientes:

a) Delegados de prevención.
b) Comité de seguridad y salud laboral.

Existen otros órganos de representación y participación de los trabajadores que pueden tener competencias en materia de prevención de riesgos generales (p. ej.: Comités de Empresa), pero que por su carácter no específico para la prevención de riesgos no se van a describir, aunque conviene tenerlos en cuenta en función de la legislación que en cada país o contexto geográfico y/o político existan.

Delegados de prevención

Uno de los aspectos tratados hasta este momento y sobre el que se insiste especialmente es el relativo a la participación de los trabajadores en las cuestiones de prevención de los riesgos laborales, como una estrategia de implicación de todos los componentes de la empresa y para salvaguardar el derecho que estos tienen a ser tenidos en cuenta en las decisiones que sobre prevención se adopten.

La mayor parte de las diferentes consultas y actividades de participación que los trabajadores tienen en el ámbito de la prevención de riesgos laborales, se deben encauzar a través de su representantes legalmente establecidos, que pueden variar de acuerdo con la legislación de cada país.

En España y para asumir los planteamientos efectuados por las disposiciones emanadas de la Unión Europea , se crea la figura del Delegado de Prevención, que son los representantes de los trabajadores con funciones específicas en materia de prevención de riesgos laborales.

No obstante algunas disposiciones legales permiten que se pueda variar la forma de elección de los delegados de prevención, siempre y cuando se garantice que la facultad de designación sea de los representantes de los trabajadores o a los propios trabajadores. También permite que la negociación colectiva u otro tipos de acuerdos las competencias de los delgados de prevención sean ejercidas por órganos específicos creados por los propios convenios.

Las competencias mínimas asignadas habitualmente a los delegados de prevención son:

a) Colaborar con la dirección de la empresa en la mejora de la acción preventiva.
b) Promover y fomentar la cooperación de los trabajadores en la ejecución de la normativa sobre prevención de riesgos laborales.
c) Ser consultados por el empresario, con carácter previo a su ejecución, acerca de las decisiones que en la materia les puedan afectar.
d) Ejercer una labor de vigilancia y control sobre el cumplimiento de la normativa de prevención de riesgos laborales.

En función de las competencias atribuidas a los delegados de prevención, estos están facultados para:

a) Acompañar a los técnicos en las evaluaciones de carácter preventivo del medio ambiente de trabajo, así como a Autoridad Laboral en las visitas y verificaciones que realicen a los lugares de trabajo.
b) Tener acceso, con las limitaciones previstas, a la información y documentación relativa a las condiciones de trabajo.
c) Ser informados por el empresario sobre los daños a la salud de los trabajadores.
d) Recibir del empresario las informaciones obtenidas por éste procedentes de personas u órganos encargados de actividades preventivas.
e) Visitar los lugares de trabajo aun fuera de su jornada laboral.
f) Recabara del empresario la adopción de medidas de carácter preventivo y para la mejora de los niveles de protección.
g) Proponer al órgano de representación de los trabajadores la adopción del acuerdo de paralización de actividades de riesgos grave e inminente.

Es obvio que, dado que los delegados de prevención manejan información confidencial, deben garantizar el sigilo correspondiente a dicha información.

Para el ejercicio de las funciones que se le asignan a los Delegados de Prevención estos deberán recibir una formación concreta de carácter básico en materia de seguridad y salud laboral.

Comité de Seguridad y Salud Laboral

En la mayoría de los países el Comité de Seguridad y Salud Laboral es de carácter paritario, estando formado por el mismo número de representantes de los trabajadores y de los elegidos por la empresa, aunque existen países en que está situación no es la implantada, dándole la mayoría de la representación a los trabajadores e incluso la totalidad de la representación

En España el Comité de Seguridad y Salud Laboral es el órgano paritario y colegiado de participación destinado a la consulta regular y periódica de las actuaciones de la empresa en materia de prevención de riesgos. Se constituye cuando la empresa o centro de trabajo cuenten con 50 o mas trabajadores .

El Comité estará formado por los Delegados de Prevención, de una parte, y por el empresario y/o sus representantes en número igual al de los anteriores, de la otra.

En las reuniones de este Comité podrán participar, con voz pero sin voto, los Delegado Sindicales y los responsables técnicos de la prevención en la empresa que no estén incluidos en la representación de la empresa. Igualmente pueden participar trabajadores de la empresas que cuenten con una especial cualificación o información al respecto de las cuestiones concretas que se debatan en este órgano y técnicos de prevención ajenos a la empresa siempre que lo solicite alguna de las partes.

Las reuniones del Comité serán trimestrales y siempre y cuando lo solicite alguna de las representaciones en el mismo. Es necesario que el Comité adopté sus propias normas de funcionamiento interno.

Las competencias del Comité de Seguridad y Salud Laboral serán las siguientes:

a) Participar en la elaboración, puesta en práctica y evaluación de los planes y programas de prevención de riesgos en la empresa. A tal efecto, debatirán en su seno, antes de la puesta en práctica y en lo referente a su incidencia en la prevención de riesgos, los proyectos en materia de planificación, organización del trabajo e introducción de nuevas tecnologías, organización y desarrollo de las actividades de protección y prevención y proyecto y organización de la formación en materia preventiva.
b) Promover iniciativas sobre métodos y procedimientos para la efectiva prevención de los riesgos, proponiendo a la empresa la mejora de las condiciones o la corrección de las deficiencias existentes.

En el ejercicio de estas funciones el Comité estará facultado para:

a) Conocer directamente la situación relativa a la prevención de los riesgos en el centro de trabajo, realizando a tal efecto las visitas que estime oportunas.
b) Conocer cuantos documentos e informes relativos a las condiciones de trabajo sean necesarios para el cumplimiento de sus funciones, así como los procedentes de la actividad de los servicios de prevención, en su caso.
c) Conocer y analizar los daños producidos en la salud o en la integridad física de los trabajadores, al objeto de valorar sus causas y proponer las medidas preventivas oportunas.
d) Conocer e informar la memoria y programación anual de los servicios de prevención.

En el caso de existir varias empresas en un mismo centro de trabajo desarrollando actividades simultáneamente, es necesario efectuar una coordinación e incluso reuniones periódicas entre los diferentes Comités y/o Delegados de Prevención de las diferentes empresas.

DEFINICIÓN DE FUNCIONES Y RESPONSABILIDADES

En este apartado se desarrolla el concepto de *prevención integrada*, sistema actual en cuanto a la organización, así como las funciones que se asignan a la línea jerárquica, dentro de la misma cultura de integración.

No obstante, conviene recordar lo ya apuntado en apartados anteriores en cuanto a la metodología para la integración de la prevención, haciendo aquí continuación de los aspectos allí mencionados.

A) Enfoque de la prevención integrada

Aunque no existe una definición común aceptada, se puede plantear como un concepto o cultura de la organización y desarrollo de la prevención de riesgos en la empresa, en virtud del cual se considera:

- Que la prevención y las medidas que de su aplicación se derivan son inseparables e intrínsecas de los procesos de trabajo.

- Que como consecuencia de ello, las funciones y responsabilidades correspondientes a la prevención se deben distribuir de forma directa en la línea de mando de la empresa, que es definitiva la responsable de la organización y desarrollo del trabajo en la misma.

Estos conceptos suponen:

1. Que todos los procedimientos de trabajo, tanto los de gestión u organización como los de operación, deben contener como elementos propios, las medidas necesarias para evitar los daños provocados por los accidentes y las enfermedades profesionales, y todos aquellos otros efectos negativos que pudiera tener el trabajo. Se asume un enfoque más amplio del tradicional, planteando una visión de la mejora continua de las condiciones del trabajo y la aplicación de la ergonomía, además d ellas técnicas tradicionales en la prevención de riesgos laborales.
2. Que lo mismo que se definen funciones de gestión y dirección de los cuadros y mandos, así como los poderes y responsabilidades de los mismos en otros aspectos de la empresa, se deben definir simultáneamente las funciones de prevención atribuidas a cada uno de ellos, incluyendo también poderes y responsabilidades. Esto afecta tanto a la línea de producción, como a los servicios funcionales, como compras, mantenimiento, ingeniería de procesos, por ejemplo.
3. Que la dirección debe asumir también y de forma simultánea, la prevención en la fase de:
   - Planificación y establecimiento de objetivos.
   - Organización de las estructuras.
   - Ejecución y toma de decisiones.
   - Control y evaluación de resultados.

De acuerdo con esto la prevención, bajo el enfoque de la prevención integrada, pasa a ser una función intrínseca de la empresa y se adoptarán para ella los mismos principios de dirección y gestión que para el resto de objetivos.

La justificación para proceder a integrar la prevención pasa inicialmente por la obligación legal. Prácticamente en todos los países que tienen legislación específica sobre esta materia se considera la seguridad y salud en el trabajo como un derecho del trabajador y una obligación de la empresa y establecen también obligaciones al respecto

para la dirección, los mandos y los trabajadores, por lo que las razones legales ya son una justificación.

Sin embargo, la razón fundamental y que mejor entiende una empresa, es simple y llanamente una razón práctica, eficacia en la actuación a través de una mayor racionalidad.

En el viejo estilo de la prevención específica y en la práctica, la responsabilidad se asignaba al departamento de prevención. Sin embargo el mando y los medios se asignaban a otros departamentos, por lo que los resultados no podían ser demasiado buenos.

Ahora, al contemplar conjuntamente y en todas las fases, proyecto, construcción, instalación, etc. todos los factores, incluido la prevención, la coordinación de todos los objetivos es más fácil y el resultado mejor, optimizando además los recursos invertidos.

Como se deduce de lo resumido sobre la prevención integrada, una cuestión relevante para conseguir el objetivo que pretende este sistema de organizar la prevención en la empresa es la definición de las funciones y responsabilidades de cada una de las personas que constituyen la empresa. Se resumen , a modo de ejemplo no exhaustivo, las funciones y responsabilidades que deberían asumir algunos niveles jerárquicos de la empresa.

Gerente

Como representante y autoridad máxima en la empresa las responsabilidades más importante que debe asumir son las siguientes:

- Establecer la política de la empresa en materia de prevención de riesgos, designar esta materia como objetivo clave de su gestión y transmitirla de forma visible, actuando consecuentemente y de forma ejemplar.
- Exigir el cumplimiento de la legislación, así como las políticas, normas y procedimientos internos de la empresa en materia de seguridad y salud laboral que tiendan a superar ese mínimo legal.
- Proveer de los recursos necesarios, humanos y financieros, así como de estímulos para permitir el cumplimiento de la legislación vigente y la normativa de la empresa.
- Conocer la situación global y el grado de cumplimiento de la normativa, en temas de seguridad y salud laboral, así como su evolución.

Director de Centro Productivo

Como responsable del centro de trabajo y de su actividad, sus principales responsabilidades serán las siguientes:

- La implantación del sistema de gestión de prevención de riesgos laborales, así como el control de los requerimientos legales e internos de la empresa, que deben tender a superar los mínimos establecidos por la legislación.
- La definición y designación de objetivos de seguridad y salud laboral, grado de cumplimiento y calificación subsiguiente del personal.
- La exigencia de la supervisión de todas las medidas preventivas de los trabajos al personal de la línea de mando.
- La dotación de los medios humanos y financieros, para el cumplimiento de los objetivos definidos, de acuerdo con su límite de competencia.
- Asegurar que se realizan las auditorías e inspecciones para controlar el cumplimiento del mínimo legal, las normas y procedimientos de la empresa e inspecciones para detectar posibles riesgos para la seguridad y salud de las personas.
- Asegurar que se elaboran los informes pertinentes y se toman las medidas correctoras para todos los accidentes, incidentes y condiciones de trabajo inseguras en las operaciones en el centro de trabajo bajo su control.
- Controlar que se da cumplimiento a todas las recomendaciones emanadas de las inspecciones y auditorías efectuadas, así como de los acuerdos alcanzados con los representantes de los trabajadores.

Mandos de la línea ejecutiva

Esta figura en la línea jerárquica es de alta importancia pues es la correa de transmisión de todas las cuestiones relacionadas con la prevención de riesgos laborales. Se podría decir quien arma todo el sistema, ya que le presionan por arriba de la escala jerárquica y también por abajo, pero es quien define y da consistencia al mismo. Sus funciones y responsabilidades principales son las siguientes:

- Implantar los programas y sistemas, dirigidos a asegurar el cumplimiento de todos los requisitos legales, normativa interna y actividades específicas bajo su control.
- Mantener una supervisión adecuada de los sistemas de prevención y protección establecidos en su área de competencia.
- Identificar, evaluar, directa o indirectamente, recurriendo a un servicio de prevención propio o ajeno, y notificar a la dirección todos los riesgos relacionados con las operaciones y actividades bajo su control.
- Implantar cualquier medida de control técnica o administrativa de su competencia, para eliminar o reducir los riesgos existentes a un nivel tolerable.
- Implantar los procedimientos específicos de seguridad y salud laboral en las áreas de su competencia.
- Formar, directa o indirectamente mediante terceros, de forma adecuada al personal bajo su control.
- Suministra la información adecuada para que el personal bajo su mando conozca y comprenda los riesgos existentes en las materia primas, productos, equipos e instalaciones, así como en cualquier otro elemento que entre a formar parte de su trabajo.
- Informar y analizar todos los accidentes e incidentes que ocurran en su área de competencia.
- Designar a los trabajadores para las tareas en función tanto de los riesgos que de ellas se derivan como de las propias condiciones del trabajador, incluyendo las relativas a sus capacidades y conocimientos en materia de riesgos y medidas preventivas, así como de su estado de salud.
- Realizar inspecciones periódicas de control de las instalaciones y de las operaciones y actividades de los trabajadores pertenecientes a su ámbito de competencia.
- Efectuar el seguimiento de las acciones correctoras emprendidas para eliminar o reducir las situaciones de riesgo para la seguridad y salud de los trabajadores.
- Actuar como ejemplo para su personal en cuanto a la aplicación de las medidas de prevención y protección, no tolerando las acciones inseguras o peligrosas.

Trabajadores

Aunque tradicionalmente no se han definido funciones y responsabilidades a los trabajadores en materia de seguridad y salud laboral, salvo las tradicionales de cumplir las normas e instrucciones que al respecto le proporcione la empresa, parece relevante ir un poco más allá.

Las obligaciones y por lo tanto sus funciones y responsabilidades serán las siguientes:

- Corresponde a cada trabajador velar, según sus posibilidades y mediante el cumplimiento de las medidas de prevención que en cada caso sean adoptadas, por su propia seguridad y salud en el trabajo y por la de aquellas personas a las que pueda afectar su actividad profesional, a causa de sus actos y omisiones en el trabajo, de conformidad con su formación y las instrucciones del empresario.
- Usar adecuadamente, de acuerdo con su naturaleza y los riesgos previsibles, las máquinas, aparatos, herramientas, substancias, productos, equipos de transporte y, en general, cualesquiera otros medios con los que desarrolle su actividad.
- Utilizar correctamente los medios y equipos de protección facilitados por el empresario, de acuerdo con las instrucciones recibidas de éste.
- No poner fuera de funcionamiento y utilizar correctamente los dispositivos de seguridad existentes o que se instalen en los medios relacionados con su actividad o en los lugares de trabajo que ésta tenga lugar.
- Informar de inmediato a su superior jerárquico directo, y a los trabajadores designados para realizar actividades de protección y de prevención o, en su caso, al servicio de prevención, acerca de cualquier situación que, a su juicio, entrañe, por motivos razonables, un riesgo para la seguridad y salud de los trabajadores.
- Contribuir al cumplimiento de las obligaciones establecidas por la autoridad competente con el fin de proteger la seguridad y salud de los trabajadores en el trabajo.
- Cooperar con el empresario para que éste pueda garantizar unas condiciones de trabajo que sean seguras y no entrañen riesgos para la seguridad y la salud de los trabajadores.

REQUERIMIENTOS PARA LA ACCIÓN PREVENTIVA

Como es lógico, el plan que se propone debe tener ciertas características **organizativas** y de **normalización** de las funciones de prevención de accidentes adaptadas a cada tipo de empresa en particular y por tanto cabe pensar que cada centro de trabajo definir, dentro de su programa a gestionar, los requerimientos o actividades que pretende poner en funcionamiento.

A continuación, se describirán aquellos requerimientos considerados generalmente básicos en el desarrollo de todo programa de prevención. Su implantación pasará por un proceso previo de formación y entrenamiento de todas aquellas personas implicadas directamente en su realización y que se habrán definido previamente, en el proceso de diseño y aplicación del plan de acción preventiva ya descrito anteriormente.

ELABORACIÓN DE NORMAS Y PROCEDIMIENTOS

En este apartado se tratará de describir ciertas técnicas de prevención de carácter operativo que pretende reforzar el uso de las recomendaciones y obligaciones relacionadas con la seguridad y salud laboral de los trabajadores.

A) Normas de prevención

Aunque la tendencia actual es ir reduciendo las normas de seguridad e higiene industrial, ya que en la mayor parte de las ocasiones no sobrepasan el carácter de meras prohibiciones, e ir sustituyéndolas por los procedimientos de operación, todavía es bastante usual y necesario contar con la elaboración de dichas normas, pues ayudan a identificar determinadas situaciones de riesgo y las medidas de protección que deben aplicarse. Esta tendencia ya se ha tratado en la explicación anterior relativa a la prevención integrada.

Se podría definir como NORMA DE SEGURIDAD E HIGIENE INDUSTRIAL, como la regla de obligado cumplimiento que es necesario promulgar y difundir con la suficiente anticipación, para evitar los daños que pueden ocurrir como consecuencia de un trabajo.

la empresa soporta, es la relativa a la del control de adquisiciones de bienes y servicios. Se incluiría dentro de este concepto, los siguientes controles de prevención dirigidos a:

- Nuevos proyectos.
- Nuevos materiales y productos químicos.
- Contratas exteriores.
- Visitas y vehículos externos.

A modo de ejemplo, se especifica una relación no exhaustiva de algunos documentos que se requieren en el programa de control a contratas:

1. Presentación de la Evaluación de Riesgos de sus propias actividades, si es construcción el Plan de Seguridad de la obra, incluyendo la planificación de las medidas preventivas.
2. Capacitación de los trabajadores en prevención de riesgos laborales.
3. Acreditación de entrega de EPI a cada trabajador.
4. Conclusiones de la vigilancia de la salud para su puesto de trabajo (Apto o No Apto).
5. Relación de máquinas y equipos de trabajo, con su conformidad a la normativa.
6. Organización de prevención específica para los trabajos en la empresa.

En este mismo sentido la empresa principal proporcionará a la contrata una información básica que se resume a continuación:

A. La información sobre los riesgos que están presenten en el entorno en que desarrolle su actividad y las medidas preventivas que deben adoptar los trabajadores en función de esos riesgos.
B. Las cuestiones relacionadas con la aptitud de los trabajadores, tanto de condiciones físicas como de formación y conocimientos, en función de los riesgos presentes en la empresa principal.

Una situación especial en este campo es la que debe abordarse con relación a las Empresas de Trabajo Temporal (ETT), ya que en España tienen una regulación específica, que, entre otras cuestiones, delimita las actividades en las cuales no pueden ponerse a disposición trabajadores de estas empresas.

Estas actividades limitadas para las ETT son las consideradas de riesgo elevado y entre ellas se destacan las de construcción, minería a cielo abierto e interior, trabajos con explosivos, plataformas marinas, exposición a radiaciones ionizantes, etcétera..

La empresa usuaria de los trabajadores de una ETT tiene como obligaciones y responsabilidades:

1. Que las condiciones de ejecución del trabajo, en cuanto a la protección de la seguridad y salud de los trabajadores, sean las adecuadas y con el mismo nivel que las de su propios trabajadores.
2. Previamente a la realización de los trabajos deberá informar a la ETT de los riesgos a que estarán sometidos los trabajadores y garantizar que estos reciban esta información. En particular en lo relativo a las cualificaciones o aptitudes profesionales que son necesarias, la exigencia de controles médicos especiales o la existencia de riesgos específicos y las medidas de protección y prevención frente a los mismos.

Así pues, la empresa usuaria deberá comprobar antes de que el trabajador de la ETT inicie su actividad que:

a) El trabajador ha sido considerado apto a través de un adecuado reconocimiento de su estado de salud.
b) Posee la cualificaciones y cualidades, relacionadas con la prevención de riesgos a que va estar expuesto, requeridas para el desempeño de la tarea.
c) Ha recibido la informaciones relativas a las características propias del puestos a desarrollar, alas cualificaciones y aptitudes requeridas a los resultados de la evaluación de riesgos.

Igualmente la empresa usuaria informará al trabajador puesto a disposición de los riesgos existentes para su salud y seguridad, y de las correspondientes medidas y actividades de prevención y protección, en especial en lo relativo a situaciones de emergencia.

La empresa usuaria informará a los delegados de prevención o, en su defecto, a los representantes legales de sus trabajadores, de la incorporación de todo trabajador puesto a disposición por una empresa de trabajo temporal, especificando el puesto de trabajo a desarrollar, sus riesgos y medidas preventivas y la información y formación recibida por el trabajador.

Esta misma información será igualmente facilitada por la empresa usuaria a su servicio de prevención o, en su caso, a los trabajadores designados para el desarrollo de las actividades preventivas.

Las obligaciones de la empresa de trabajo temporal se centran en poner en disposición a trabajadores debidamente cualificados y capacitados en función del trabajo y tareas a desarrollar, además de impartir la formación necesaria en función de los riesgos y las medidas de protección y prevención determinadas, y de la vigilancia de la salud de los trabajadores que ponga a disposición de la empresa usuaria.

Debe efectuarse la adecuada coordinación de actividades preventivas entre la empresa de trabajo temporal y la empresa usuaria de sus servicios, así como entre las organizaciones preventivas específicas (Servicios de Prevención, trabajadores designados, etc.) de ambas empresa.

Deben tenerse previstas estrategias para el control del cumplimiento de todas cuestiones que en este apartado puedan afectar a la empresa, así como, en caso de incumplimiento de las normas, el sistema de prevención de riesgos laborales y el plan de prevención fijará la existencia de un procedimiento disciplinario consecuente con la política de la empresa.

INVESTIGACIÓN, COMUNICACIÓN Y REGISTRO DE ACCIDENTES

Este apartado recoge las técnicas de seguridad de carácter analítico que se desarrollan en otro de los capítulos de esta publicación, por lo que no se va a incidir sobre este tema. Sólo indicar que a través de estas herramientas se consigue una triple acción: de sensibilización hacia la prevención, didáctica y de recogida de información, aspectos todos muy valiosos en el desarrollo del plan previsto. La línea de mando debe asumir la investigación y la comunicación o notificación de accidentes y el servicio de prevención es el que normalmente efectuará estudio de todos los casos para extraer conclusiones y acciones correctivas.

Formación y entrenamiento

Todo plan de prevención debe prever unas acciones de instrucción y formación en prevención a los distintos niveles jerárquicos. Para la puesta en marcha de las acciones en esta materia es necesario el conocimiento de las diferentes técnicas de prevención, entre las que está la de formación, la cual actúa fundamentalmente sobre el facto humano y tiende a crear una motivación en prevención tanto en la dirección como en el personal de la línea productiva.

La formación como cualquier otra actividad en la empresa, debe ser objeto de una planificación seguida de una realización práctica (impartir de la enseñanza) y de una evaluación del resultado. Por ello antes de cualquier acción en este campo se debe efectuar una análisis de las necesidades de formación en prevención de riesgos laborales.

La formación que se incluirá en el plan de acciones de prevención en la empresa debe ser la enfocada a lograr una modificación positiva de la conducta profesional y se basa en la exigencias de todo individuo en el perfeccionamiento y la adquisición de nuevas habilidades que le permitan nuevas pautas de comportamiento laboral, en aras a asumir su papel en la integración de la prevención de riesgos laborales en el desarrollo del resto de sus tareas en el trabajo.

No debe olvidarse de que en la gran mayoría de los países la normativa específica de prevención de riesgos laborales resalta la importancia de la formación en prevención, hasta definir como obligación de la empresa el formar al trabajador en la materia para que pueda desempeñar sus cometidos asignados en el plan de prevención de riesgos. Especial mención merece la formación para actividades de riesgo elevado (p. ej.: manejo de equipos de riesgos como grúas, carretillas, etc.), en la que el no haber formado específicamente en el manejo seguro de esos equipos está considerado como una falta grave para el empresario.

Se podría definir dos tipos o enfoques en la formación; una encaminada a que las diferentes personas de la organización asuman su papel activo en prevención de riesgos laborales y otra, más específica, que emanaría de las necesidades de formación como estrategia y medida preventiva para eliminar o reducir ciertos riesgos existentes en el trabajo. Este último tipo de formación es la que se encuadraría en la planificación de las actividades preventivas en función de los riesgos, que se tratará mas adelante. La primera formación descrita, es la que se debe incluir en el plan de prevención de la empresa como elemento que debe conseguir los cambios de aptitud, además de entrenar en el manejo de las herramientas, para implantar el modelo de gestión a seguir, y que es del que se está tratando es este capítulo.

Un matiz relevante de la formación es el que hace referencia a que en esta debe incluirse la información, el entrenamiento y la motivación.

Se debe asumir que los objetivos de la formación deben ser los siguientes:

- Saber.
- Saber hacer.
- Querer hacer.

El saber se puede conseguir con la transmisión de la información en el proceso de formación, cuestión que se detecta y mide con la valoración de los conocimientos adquiridos al final de la etapa de formación.

El saber hacer sólo se podrá cumplir como objetivo cuando a la persona se le entrene en la tarea concreta, demostrando en la práctica que es capaz de desarrollar la función con acierto.

El querer hacer tiene que ver con la motivación del personal que recibe la formación y se valorará en el tiempo después de la formación y el entrenamiento, valorando su actitud en el trabajo y la aplicación de lo enseñado y entrenado durante las fase anteriores de la formación.

A) Formación general

En lo que se refiere a la formación general se debe tener en cuenta la necesidad de incluir en la misma a todos los niveles de la organización y asumir la necesidad, para cada caso de la asistencia de:

- Gerencia.
- Jefes y directores.
- Organos internos de prevención.
- Mandos intermedios.
- Trabajadores.
- Nuevos empleados.
- Personal de contratas.

Los objetivos de estos programas de formación general deberán estar encaminados a conseguir que cada persona del organigrama funcional de la empresa asuma su papel en el sistema de prevención de riesgos laborales implantado.

Se debe evitar el error, tantas veces cometido, de tratar de formar a los gerentes, jefes y directivos en materias técnicas de prevención (ej.: riesgos de las máquinas), y definir un programa de contenidos específicos para sus cometidos en el sistema de gestión de prevención que se pretende implantar en la empresa.

Así pues, las necesidades de formación y su plan específico se basan en:

- El análisis y descripción de los diferentes puestos de trabajo existentes.
- El análisis de las conductas, actitudes y aptitudes necesarias en las personas que las desempeñan o van a desempeñarlas.
- Las entrevistas con los mandos y el propio personal implicado para obtener su opinión y puntos de vista sobre las deficiencias existentes.

B) Formación específica

Por otra parte, tal y como se recogen en los «procedimientos de operación» e «instrucciones operativas», es necesario hacer una labor de formación al personal que los va a aplicar. Será necesario suministrar las instrucciones necesarias, apoyadas siempre que sea posible, por audiovisuales, diapositivas, vídeos, dibujos, etc., todos para ilustrar la nueva sistemática que se pretende implantar.

Debe preverse la formación específica de las «normas de prevención» que afectan a ciertas actividades específicas. A continuación se dan algunos ejemplos al respecto.

Insistir una vez más en que la formación, especialmente la específica para la aplicación de la prevención a los riesgos, sin incluir el entrenamiento, será muy difícil que sonsiga cumplir los objetivos que se proponen.

Actividades que requieren Formación específica

- Operadores de fuentes radiactivas
- Supervisores de fuentes radiactivas
- Carretilleros
- Gruistas
- Electricistas
- Soldadores
- Trabajos en altura
- Utilización de explosivos
- Conductores de calderas
- Manipuladores de alimentos
- Componentes brigadas de incendios
- Socorristas
- Etcétera

C) Motivación en prevención

Mantener el interés por la prevención de riesgos laborales es necesario aunque se hayan acondicionado técnicamente las instalaciones, se haya previsto Procedimiento de Operación e Instrucciones de Trabajo, e incluso se sigan las pautas de la prevención integrada.

Se debe asumir que la prevención de riesgos para evitar los accidentes depende de fundamentalmente del deseo de todos, de trabajar con el menor riesgo posible. Este aspecto tiene mucho que ver con el nivel de riesgo que todos somos capaces de aceptar, estando relacionado con la percepción del mismo, como ya se ha explicado en algún otro capítulo de este manual.

Como no pueden eliminarse todas las situaciones que provoquen riesgos, pues las situaciones con riesgos nulo son hipotéticas, cada trabajador deberá tener la capacidad y percepción necesaria para actuar en consecuencia en las situaciones en que existen riesgos residuales. Se hace imprescindible mantener la más alta motivación hacia la prevención para que su actitud y comportamiento sean lo más positivos posible.

Para buscar la mayor eficacia, la selección de actividades se debe basar en un estudio de necesidades. Por otra parte, los planes del programa de promoción de actividades relacionadas con la motivación en este campo, como todos, se pueden ver afectados por limitaciones presupuestarias. Deberá efectuarse pues un plan que tenga en cuenta estos condicionantes, así como el tipo de política y antecedentes de la empresa en ésta u otras promociones que se hayan realizado.

La elección de actividades de motivación deben tener en cuenta también las necesidades y comportamientos básicos del hombre.

Algunos de los factores básicos de interés que se pueden considerar como criterios de carácter general se señalan en el cuadro de la página siguiente.

Se ha correlacionado los factores básicos con las actividades que podrían ayudar a aprovechar estos para mejorar la prevención de riesgos laborales a través de la motivación, aunque no debe considerar como exlusivas o incompatibles con otras actividades en la misma línea.

Una de las estrategias que están dando mayor y mejor resultado es conseguir que las personas de una organización de trabajo no traten de aprovechar la mejora de las condiciones de los equipos, instalaciones, etc., cada día más seguros, en someterse a un mayor nivel de riesgo, sino que cada día acepten un menor nivel de riesgo.

Factores básicos de interés	Actividades correspondientes
Orgullo individual o de un grupo, por la destreza en materia de prevención.	**Reconocimiento** de logros individuales o de grupo, trofeos, premios, cartas de felicitación, etc.
Aprecio, deseo de ganar la aprobación de los demás miembros del grupo, familia o mandos.	**Propaganda** fotos y relatos en boletines o en tablones de anuncios.
Participación, deseo de formar parte del grupo y de intervenir en las actividades del mismo.	**Actividades** individuales y de grupo, comités de seguridad y salud, círculos de calidad, sugerencias, mejoras, etc.
Competición, deseo de vencer y superarse a sí mismo.	**Concursos,** con premios atrayentes.
Ganancia económica, por el aumento de los beneficios del departamento o de la empresa.	**Premios en efectivo** mediante sistemas de sugerencias, participación en beneficios, ascensos, etc.

FUENTE: *Manual de Prevención de Accidentes para Operaciones Industriales.* Ed. MAPFRE. Madrid, 1977.

En este sentido ha demostrado su utilidad promocionar la prevención de riesgos relacionados con actividades en el tiempo libre, la conducción de vehículos, tareas y actividades domesticas, etc. Se trata de disminuir el nivel de aceptación de riesgo de cada persona.

Actualmente en esta materia de motivación en prevención se considera preferible usar criterios positivos y constructivos antes que usar los negativos o punitivos. La variedad de estímulos también es primordial, debiéndose evitar prácticas rutinarias en todos los aspectos promocionales.

Estas cuestiones relacionadas requiere de una atención continua de los mandos responsables de grupos de trabajadores, pero no por ello se debe olvidar que también a la dirección y jefaturas de la organización hay que aplicar los mismos criterios de motivación, si bien al nivel de aceptación y capacidad que les corresponde.

Insistir una vez más, en que se debe huir de la trayectoria tradicional en la que la formación y la motivación en temas de prevención de riesgos laborales está centrada en los trabajadores directos, en alguna ocasión en los mandos, más raramente en los técnicos y casi nunca en los jefes y directivos.

Resulta evidente que para que las cuestiones de la prevención integrada funcionen todos deben tener una formación y motivación concreta común , lógicamente cada uno en función de su nivel en la escala organizativa de la empresa y de su cometidos en el trabajo.

Los aspectos de formación son de tal importancia que el modelo y plan de prevención de la empresa deben definirse quien tiene funciones y responsabilidades en la materia, y sobre que cuestiones concretas las tiene.

A continuación se incluye un cuadro orientativo de las funciones y responsabilidades en formación en prevención.

Se destaca en esta matriz de funciones y responsabilidades en el papel activo de los mandos, incluida la dirección y jefaturas de departamentos, en la impartición de la formación a los trabajadores.

Se trata de conseguir una mayor implicación y compromiso de los formadores frente a los formandos, pues la manifestación de una actitud y comportamiento en prevención manifestada en una actividad formativa puede condicionar, de especial manera y hasta tal punto, que sea mucho más improbable que el formador se incumpla sus propias enseñanzas.

Como estrategia de motivación es necesario poner a punto un buen sistema de comunicación interna, en el que se incluyan todas las formas, modos y contenidos que sobre esta materia de prevención se transmitan a las personas que integran una empresa Actualmente, en muchas de estas acciones informativas de motivación hay que incluir a las personas que de manera regular trabajan para la empresa contratante y participan en el mantenimiento de la seguridad y salud laboral.

Acción	Responsabilidad	Participación ejecutiva	Asesoramiento	Ejecución práctica
Definición de programas	Dirección y línea jerárquica	Mandos responsables	Departamento Prevención	Formación
Planificación y organización	Dirección y línea jerárquica	Mandos responsables	Departamento Prevención	Formación
Impartición de de programas	Dirección y línea jerárquica	——	——	– Mandos – Prevención – Consultores
Seguimiento de programas	Dirección y línea jerárquica	Mandos responsables	Departamento Prevención	Formación
Evaluación	Dirección y línea jerárquica	Mandos responsables	Departamento Prevención	Formación
Registro	Dirección y línea jerárquica	Mandos responsables	Departamento Prevención	Formación

Frecuentemente resulta difícil delimitar la frontera entre lo que es información y lo que es formación, porque ambas son inseparables.

La prevención de riesgos laborales requiere transparencia informativa, no sólo para hacer llegar esa información sino para motivar a las personas de la organización y que crean en el sistema implantado y se impliquen en el. Esta transparencia debe establecerse en dos sentidos, tanto en dirección ascendente como descendente de la línea jerárquica, e incluso en una tercera vía transversal, por lo que es importante establecer los canales de comunicación eficientes en todos los sentidos, para la participación y motivación de todas las personas de la organización este asegurada.

Este planteamiento requiere el compromiso de la dirección de dar respuestas rápidas y adecuadas a los planteamientos, cuestiones y problemas de prevención que se presenten por el personal, lógicamente en el marco de lo razonablemente posible, en tiempo y forma, dependiendo de lo que se trate.

Un ejemplo que puede ser útil para su uso es la matriz que combina la información y la coordinación entre diversas funciones y temas, indicando el tipo de vinculación entre ellos, y que se expresa en siguiente cuadro:

Funciones Asuntos	Prevención	Ingeniería	Operaciones	Mantenimiento	Dirección
Investigación de accidentes	S	S	R	R	A
Programa de formación	S	S	R	R	A
Estándares y especificaciones	S	R	S	S	A
Procedimientos operativos	S	I	R	R	A
Auditorías	S	I	R	S	A
Planes de emergencia	S	I	R	I	A

A: Autoridad (¿Quién - titular del organigrama - tiene esa autoridad?)
R: Responsabilidad (¿Quién - titular del organigrama - tiene esa responsabilidad?)
S: Soporte (¿Quién - titular del organigrama - ejerce el soporte?)
I: Información (¿Quién - titular del organigrama - recibe información?)

(*Sistema de gestión de riesgos laborales e industriales.* Autor: G. Burriel. Ed. MAPFRE, 1997.)

COMUNICACIÓN DE RIESGOS

La comunicación de riesgos por escrito es un sistema muy recomendable para implicar de forma muy directa a todos aquellos a los que se les fija esa función, en especial a los mandos directos, bajo el enfoque de la prevención integrada. Es evidente que la responsabilidad de los técnicos especialistas en prevención de riesgos laborales de comunicar los riesgos detectados y proponer medidas para solucionarlos es compartida por trabajadores, mandos intermedios y personal directivo y técnico, incluso desde el punto de vista legal.

Informes de comunicación y respuesta del riesgo

COMUNICACIÓN DEL RIESGO	
EMPRESA	
SECTOR	

INFORME DEL COMUNICANTE

NOMBRE	FECHA
DESCRIPCIÓN DEL RIESGO	FIRMA
	RECIBO
	FIRMA Y SELLO

VALORACIÓN DEL RIESGO

CONSECUENCIAS	C		a 50	b 25	c 15	d 5	e 1
EXPOSICIÓN	E		a 10	b 6	c 3	d 1	e 0,5
PROBABILIDAD	P		a 10	b 6	c 3	d 1	e 5
GRADO DE PELIGROSIDAD	G.P. = C × E × P						

G.P.	

RESPUESTA COMUNICACIÓN DEL RIESGO	
SECTOR	
NOMBRE: FECHA:	

INFORME DE LA EMPRESA

NOMBRE	FECHA
OBSERVACIONES	

	SOLUCIONADO EN FECHA
	GENERA PETICIÓN DE TRABAJO N.º EN FECHA:
	SE PRECISA ASESORAMIENTO DE PREVENCIÓN
	SE PRECISA PROPUESTA DE INVERSIÓN
	SE PRECISA ELABORACIÓN DE NORMATIVA DE TRABAJO

GRADO DE CORRECCIÓN	a 1	b 2	c 3	d 4	e 6	
FACTOR DE COSTE	a 10	b 6	c 4	d 2	e 1	f 0,5
JUSTIFICACIÓN ACCIÓN CORRECTORA = GRADO DE PELIGROSIDAD/GRADO DE CORRECCIÓN × FACTOR DE COSTE						
$J = \frac{G.P.}{G.C. \times F.C.} =$				FIRMA		

La comunicación de riesgos, además de facilitar un método ágil para la corrección de los mismos, ofrece una serie de ventajas:

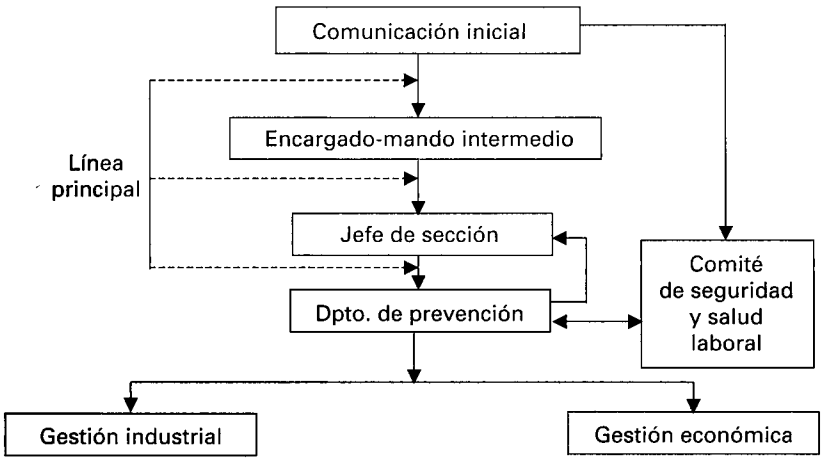
- Amplia el conocimiento de las situaciones de riesgo.
- Facilita la actualización de la Evaluación de los Riesgos.
- Agiliza el control y el seguimiento de las actuaciones derivadas de tales comunicaciones.
- Incentiva la adopción de medidas correctoras ante la notificación personal y por escrito, clasificando las obligaciones y responsabilidades.

No obstante, se pueden presentar circunstancias desfavorables como la falta de criterios objetivos para resolver o solicitar una determinada petición para eliminar o reducir un riesgo detectado y comunicado. El establecimiento de un orden de prioridades, a través de un método de evaluación de riesgos (p. ej.: método W. T. FINE) puede ayudar a encontrar una solución.

La implantación del sistema precisa de una retro-alimentación de la información como incentivo y aspecto clave para mantener el nivel de confianza en el mismo y que así perdure la participación de todos los trabajadores y mandos. La respuesta a la comunicación del riesgo se considera absolutamente necesaria.

En algunas empresas se ha establecido que una copia de estas comunicaciones de riesgo, se hagan llegar al comité de seguridad y salud laboral y se efectúa a través del mismo el pertinente análisis y control. Esto permite dar a la vez cumplimiento al requisito legal de informar a los trabajadores sobre las acciones de prevención que desarrolla la empresa y las medidas que en aras a la eliminación o reducción de los riesgos se ponen en marcha.

En la siguiente figura se propone uno de los posibles circuitos de comunicación de riesgos cuya eficacia dependerá de la motivación existente y de la rapidez o demora en la comunicación.



INSPECCIÓN DE RIESGOS ESPECÍFICOS

Se define como una técnica de seguridad de carácter analítico que tiene como objeto la detección o identificación del riesgos para la salud de los trabajadores. Como requerimiento del plan de prevención previsto para la empresa, se plantea su realización con una frecuencia establecida para determinadas áreas de riesgo, tipo de instalaciones (eléctricas, gas, etc.), máquinas, aparatos de elevación y transporte, etc., que aunque en muchos caso están fijadas las inspecciones por reglamentación específica, se hace necesario el comprobar que los equipos e instalaciones que la empresa pone a disposición de sus trabajadores mantienen su cumplimiento en los preceptos de prevención de riesgos. Estas inspecciones programadas pueden realizarse en todo el centro de trabajo o bien por secciones o departamentos.

Con objeto de conseguir una máxima eficacia en su cometido puede ser útil recurrir a lista (*check-list*) previa de comprobaciones a realizar o puntos a revisar, que se habría realizado a partir de experiencias anteriores y disponiendo de toda la información en prevención posible. Aplicar estos cuestionarios es una ventaja incuestionable que facilita la operativa de la inspección.

Por otra parte es aconsejable asumir, por los implicados en su realización, unos compromisos en cuanto los plazos establecidos.

Este apartado, no obstante, se amplia en otro de los capítulos de este manual.

MANUAL DE AUTOPROTECCIÓN Y PLAN DE EMERGENCIAS

El manual de autoprotección deberá contemplar todos los posibles riesgos a que esté sometida la industria o edificio y las acciones a llevar a cabo en cada uno de ellos.

Los objetivos que se persiguen con la redacción del manual son:

- Conocer los edificios e instalaciones, la peligrosidad de los distintos sectores y los medios de protección disponibles.
- Garantizar la fiabilidad de todos los medios de protección y de las instalaciones generales.
- Evitar las causas de emergencias.
- Disponer de personas organizadas, formadas y adiestradas.
- Tener informados a todos los ocupantes de los edificios de cómo deben prevenir y actuar ante una emergencia.

El plan de autoprotección debería contemplar entre otros los siguientes documentos:

1. **Evaluación del riesgo**. Enunciará y valorará las condiciones de riesgo de los edificios en relación con las actividades desarrolladas y los medios de protección disponibles.
2. **Medios de protección**. Determinará los medios materiales y humanos disponibles y precisos.
3. **Plan de emergencia**. Contemplará las diferentes hipótesis de emergencia y los planes de actuación para cada uno de ellas, y las condiciones de uso y mantenimiento.
4. **Implantación.** Consiste en la divulgación general del Plan, la formación específica del personal incorporado al mismo, la realización de simulacros, así como su revisión para su actualización cuando proceda.

El Manual de Autoprotección se redacta para conocimiento por parte de los responsables de seguridad del establecimiento y con el fin de ofrecer una información precisa a los Servicios Públicos de Extinción y a los Servicios de Protección Civil. Estas dos entidades deberán tener copia del manual.

El Plan de Emergencias que se ha nombrado en el contenido del Manual de Autoprotección, o bien cuando no sea necesario elaborar este último debido a que los riesgos son de menor cuantía y/o son relacionados con incendios, debe cubrir los siguientes apartados:

- Definición y objetivos.
- Identificación de riesgos.
- Evaluación de riesgos.
- Dirección de emergencia.
  - Jefe de la emergencia.
  - Comité asesor.
  - Jefes de equipos de emergencia.
  - Coordinación con la dirección de las ayudas externas.
- Equipos de emergencias.

Como sea que este apartado requiere un tratamiento específico y dadas sus características diferenciales, se ha desarrollado de forma más completa en otro de los capítulos de este manual.

SEGUIMIENTO Y CONTROL DEL PLAN DE PREVENCIÓN

El control es la función que permite apreciar y regular el trabajo tanto en su progresión como en su acabado. Como complemento a las actividades de supervisión, inspecciones de seguridad y salud laboral, observaciones preventivas, etc. mediante las que se comprueban las instalaciones desde el punto de vista técnico y la actividad de las personas, se establece la revisión de las actividades propias de la empresa, reguladas por normativa legal y/o interna y del sistema de gestión de riesgos laborales.

Esta revisión se realiza mediante lo que se conoce con el nombre de auditoría, que como instrumento de gestión ha de incluir una evaluación sistemática y documentada de la eficacia del sistema de prevención, deberá ser realizada de acuerdo a normas técnicas establecidas y teniendo en cuenta la información recibida de los trabajadores.

Esta auditoría impuesta por ley en España, para aquellas empresas que asuman y desarrollen con personal propio alguna de las actividades preventivas, se podría definir como de mínimos y sigue el patrón definido por la legislación de obligado cumplimiento, definiendo la norma legal en algunos requisitos la forma de ejecutar la acción preventiva pero no así en otros.

En empresas más maduras en su gestión preventiva o con más recorrido en la misma, tienen definido un modelo de gestión o sistema de prevención de riesgos laborales que en algunos aspectos supera lo especificado por el mínimo legal. Hacemos referencia a las series de normas o criterios técncios como las, BS 8800, OSHA 18001, etc. que en muchas empresas se han utilizado como modelos de referencia para definir su sistema de gestión de riesgos profesionales, incluso en un intento de integrar los tres sistemas, el de calidad, medio ambiente y prevención de riesgos laborales. En este caso cualquiera de la normas implantadas asume el cumplimiento de las exigencias legales y como ya se ha señalado, en algunos aspectos se superan estos mínimos, por lo que la auditoría en estos casos se hará contra el modelo implantado asumiendo que la empresa cumple con ello los preceptos legales.

Esta herramienta de seguimiento y control del plan de prevención se centra en los aspectos organizativos y de gestión, no debiéndose confundir con la auditoría técnica que se nombrará más adelante, y que se centra en los requisitos técnicos que deben cumplir las instalaciones, equipos, útiles de trabajo, etc., ni tampoco con una inspección puesta esta refleja lo

encontrado en el momento en que se realiza la misma, mientras que la auditoría indaga sobre el pasado, presente y futuro del elemento analizado.

PROGRAMA DE LA ACCIÓN PREVENTIVA

Una vez definido el contenido del Plan de Prevención que toda empresa debe tener implantado y puesto en marcha para dar respuesta a todas las cuestiones de tipo general que en prevención debe acometer, se define un programa de acción en prevención y dentro de este una planificación de las acciones en prevención, asumiendo el siguiente esquema:

- Diagnóstico de la situación.
- Definición de objetivos
- Planificación de las actividades preventivas
- Seguimiento de la planificación y control de resultados.

DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN

Llevar a cabo un Programa de prevención, presupone el intento de mejora de una situación inicial. Para poder plantearse determinados objetivos y lograr alcanzar unos resultados concretos, en materia de prevención de riesgos profesionales, es necesario disponer de una serie de datos que nos permitan conocer, tras un análisis causal, las deficiencias y oportunidades de mejora en la situación inicial.

Para llevar cabo dicho diagnóstico, se pueden utilizar diversas metodologías que son evidentemente de muy distinta complejidad. Por tanto, se debe precisar qué aspectos se evaluarán con el objeto de definir el método a emplear.

A) Evaluación de la accidentalidad

El análisis estadístico de los factores característicos de los accidentes y enfermedades profesionales permite disponer de información útil, con la que se podrá establecer posteriormente una serie de acciones concretas dentro del programa. Es evidente que la forma en que se produjo el accidente o enfermedad profesional, el agente material, las

causas, etc., permitirán, al utilizarlas comparativamente entre empresas o secciones de una misma empresa, evidenciar claramente la problemática de prevención de las diferentes empresas y entornos de trabajo.

Mediante índices estadísticos, se puede expresar en cifras relativas, los valores del absentismo de origen profesional global de un empresa. Solo cuando se compara su experiencia de lesiones con las de otras empresas similares, o con la del ramo o industria de la que forma parte, o bien con su propia experiencia anterior, se podrá obtener una evaluación significativa de sus logros en prevención.

La descripción de estos índices usados en las estadísticas de absentismo de origen profesional en la empresa se ha realizado en otro capítulo de este mismo manual, así como también de control de la fiabilidad de los mimos (Método SHIPP). Por todo ellos, y a través d ellos indicadores de tipo estadístico se podrá fijar el objetivo de vigilar el nivel de absentismo de origen laboral.

B) Evaluación de riesgos

En muchos casos y sobre todo cuando se inicia formalmente la actividad de organizar la seguridad y salud laboral, el diagnóstico de la situación pasa por una primera evaluación de los riesgos, que podría definirse como inicial, para después si fuese necesario proceder a su actualización.

La evaluación de los riesgos laborales es el proceso dirigido a estimar la magnitud de aquellos riesgos que no hayan podido evitarse, obteniendo la información necesaria para que la empresa esté en condiciones de tomar una decisión apropiada sobre la necesidad de adoptar medidas preventivas y, en tal caso, sobre el tipo de medidas que deben adoptarse.

Cuando de la evaluación realizada resulte necesaria la adopción de medidas preventivas, deberán ponerse claramente de manifiesto las situaciones en que sea necesario:

a) Eliminar o reducir el riesgo, mediante medidas de prevención en el origen, organizativas, de protección colectiva, de protección individual, o de formación e información a los trabajadores.
b) Controlar periódicamente las condiciones, la organización y los métodos de trabajo y el estado de salud de los trabajadores.

Una cuestión que no debe olvidarse es que se hace necesario que el método seleccionado para efectuar la evaluación de los riesgos sea consensuado o al menos consultado con los trabajadores o sus representantes. Se trata de generar la confianza suficiente en el método de diagnóstico seleccionado para intentar garantizar tanto la participación de todos los implicados y como la aceptación de los resultados obtenidos que sean punto de partida para actuaciones posteriores.

Así pues, como ya se ha señalado se plantea la necesidad de una evaluación inicial de riesgos que no hayan podido evitarse y que deberá extenderse a cada uno de los puestos de trabajo de la empresa en que estén presentes esos riesgos, para ello se tendrán en cuenta:

- Las condiciones de trabajo existentes o previstas.
- La posibilidad de que el trabajador que lo ocupe o vaya a ocuparlo sea especialmente sensible, por sus características personales o estado biológico conocido, a algunas de dichas condiciones.

Una vez efectuado este primer análisis que se define como evaluación inicial de riesgos, deberá volverse a evaluar los puestos de trabajo que pudieran verse afectados por:

- La elección de equipos de trabajo, sustancias o preparados químicos, la introducción de nuevas tecnologías o la modificación en el acondicionamiento de los lugares de trabajo.
- El cambio en las condiciones de trabajo.
- La incorporación de un trabajador cuyas características personales o estado biológico conocido lo hagan especialmente sensible a las condiciones del puesto.

Como estrategia y procedimiento general para la realización de este diagnóstico de la situación se apunta la siguiente:

1. A partir de la información obtenida sobre la organización, características y complejidad del trabajo, sobre las materias primas y los equipos de trabajo existentes en la empresa y sobre el estado de salud de los trabajadores, se procederá a la determinación de los elementos peligrosos y a la identificación de los trabajadores expuestos a los mismos.
2. Indagar sobre los métodos de evaluación existentes en función del riesgos a analizar, planteando que el procedimiento de evaluación seleccionado deberá proporcionar confianza sobre su resultado. En caso de duda deberán adoptarse la medidas preventivas más favorables, desde el punto de vista de la prevención. Debe contemplarse la necesidad de realizar mediciones, análisis y ensayos que se consideren necesarios, salvo que se trate de operaciones, actividades o procesos en los que la directa apreciación profesional acreditada permita llegar a una conclusión sin necesidad de recurrir a aquellos. En muchos casos existe normativa específica sobre determinados riesgos que fija como, y cada cuanto debe realizarse esta evaluación de riesgos, por lo que se deberá asumir tal planteamiento en la evaluación de los riesgos.
3. Valorar el riesgo existente en función de criterios objetivos de valoración, según los condicionantes técnicos existentes, o consensuados con los trabajadores, de manera que se pueda llegar a una conclusión sobre la necesidad de evitar o de controlar y reducir el riesgo.

Como ya se ha comentado esta herramienta de diagnóstico requiere de una revisión cuando se produzcan algunas de las situaciones ya nombradas. En todo caso, se deberá revisar la evaluación correspondiente a aquellos puestos de trabajo afectados cuando se hayan detectado daños para la salud de los trabajadores o se haya apreciado a través de controles periódicos, incluidos los relativos a vigilancia de la salud, que las actividades de prevención pueden ser inadecuadas o insuficientes. Para ellos se tendrá en cuenta los resultados de :

a) La investigación sobre las causas de los daños para la salud que se hayan producido.
b) Las actividades para la reducción de los riesgos a que se ha hecho referencia anteriormente.
c) Las actividades para el control de los riesgos también ya mencionada.
d) El análisis de la situación epidemiológica según los datos aportados por el sistema de información sanitaria u otras fuentes disponibles.

Sin perjuicio de lo señalado hasta aquí en relación con la evaluación de riesgos, deberá revisarse igualmente esta evaluación inicial con la periodicidad que se acuerde entre la empresa y los representantes de los trabajadores, teniendo en cuenta, en particular, el deterioro por el transcurso del tiempo de los elementos que integran el proceso productivo.

En la documentación donde debe quedar recogida la evaluación de los riesgos deberán reflejarse, para cada puesto de trabajo cuya evaluación ponga de manifiesto la necesidad de tomara alguna medida preventiva, al menos los siguientes datos:

a) La identificación del puesto de trabajo.
b) El riesgo o riesgos existentes y la relación de trabajadores afectados.
c) El resultado de la evaluación y las medidas preventivas procedentes, teniendo en cuenta que el orden de prioridad para la aplicación de las medidas preventivas es: medidas organizativas, protección colectiva, protección individual y formación e información a los trabajadores.
d) La referencia de los criterios y procedimientos de evaluación y de los métodos de medición, análisis o ensayo utilizados, en el caso de que hayan sido necesarios.

C) Inspección técnica de riesgos

La mejora de las condiciones de trabajo, específicas de seguridad y salud laboral, exige el perfeccionamiento de una situación inicial como ya se ha apuntado. De esto se deduce la necesidad de encontrar un método de identificación, evaluación y control de los riesgos potenciales que se anticipe a la producción de los accidentes.

La «Inspección técnica de riesgos» específicos o generales, también conocida como auditoría técnica, es un examen crítico de los sistemas técnico-preventivos establecidos en una empresa o instalación industrial, en relación a los criterios o estándares técnicos escogidos previamente y que posteriormente se definen como indicadores de segundo nivel.

Respaldo

La propuesta y autorización para la realización de una inspección técnica como si es de una auditoría de gestión de la cual se trata más adelante, debe ser hecha desde la dirección de la empresa. Esto es así, porque normalmente estas actuaciones darán como resultado la necesidad de inversiones, así como propuestas que afectarán a la organización de la empresa. De aquí la necesidad de respaldo de la más alta jerarquía de la misma.

Inspectores

La evolución y control del cumplimiento de los estándares técnicos, requiere la intervención de equipo y personal especializado en cada uno de los tipos de riesgos a analizar. La empresa deberá optar entre sus propios medios o recurrir a servicios externos.

Estas inspecciones técnicas periódicas, deberían ser integradas en los propios programas de actuación interna de la empresa y sólo en el caso de no disponer de los medios humanos y técnicos adecuados, se deberían contratar con entidades especializadas.

Frecuencia

Aunque resulta difícil generalizar una frecuencia determinada, para plantearse la realización de una segunda inspección, que serviría como control de los objetivos y actuaciones prefijadas, debería haber transcurrido un plazo razonable de tiempo para la corrección y adopción de las medidas propuestas en la inicial.

La frecuencia puede depender de la naturaleza del riesgo a valorar, que puede condicionar la realización de inspecciones parciales para cumplir la periodicidad establecida por determinados reglamentos. Cuando no exista una orientación en el propio criterio o estándar tomado como referencia, se deberán valorar aspectos como cambios estacionales, envejecimiento, posibilidades de mantenimiento inadecuado, representatividad de su realización, etc.

- Áreas de trabajo
- Señalización
- Máquinas y equipos de trabajo
- Herramientas manuales
- Almacenamiento y transporte
- Riesgos eléctricos
- Riesgos productos químicos
- Aparatos a presión

- Instalación de gases
- Instalaciones frigoríficas
- Prevención y protección contra incendios
- Planificación de emergencias
- Equipos de Protección Individual EPI
- Seguridad Vial
- Contaminantes físicos
- Contaminantes químicos
- Trabajos con PVD's
- Manipulación de Cargas
- Movimientos repetidos
- Posturas inadecuadas y/o mantenidas
- Etcétera

Ejemplo de lista de inspección genérica de riesgos

Metodología

Siendo esta herramienta de diagnóstico una inspección pormenorizada y sistemática de las condiciones de seguridad y salud laboral de una empresa, resultará imprescindible disponer de un cuestionario o lista de verificación. El objetivo del mismo será facilitar al inspector la tarea encomendada, plasmando los criterios de referencia en un *check.-list*, y desmenuzándolos en cuestiones que se puedan ir cumplimentando de forma evolutiva.

Ninguna lista, por muy bien que se haya preparado, se ajustará totalmente a la realidad práctica. La experiencia del inspector revelará la necesidad de complementarla o modificarla, adoptando una cierta flexibilidad en relación a lo estrictamente preestablecido.

En la bibliografía consultada, se han encontrado varios modelos de inspecciones y encuestas técnicas de tipo parcial. Sin embargo, no se ha localizado ninguna que estuviese orientada en una línea de carácter general.

Valoración del cuestionario

El grado de cumplimiento o nivel alcanzado en relación al criterio de referencia se ha de medir o valorar de una forma u otra, al igual que se hace cualquier otro elemento sobre el que se efectúa un diagnóstico.

Algunos de estos criterios de referencia permiten la ordenación de los defectos encontrados, permitiendo la calificación de la instalación en función del grado de cumplimiento de las exigencias requeridas.

El Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión vigente en España puede ser un ejemplo de valoración cualitativa:

- Cuando el incumplimiento constituye un peligro inmediato, nos situamos ante un *defecto muy grave*, lo que debe implicar el cese del suministro.
- Cuando el incumplimiento no constituye peligro inmediato, sino que se haya condicionado a un fallo en la instalación, se trata de un *defecto grave*, lo que debe implicar una respuesta de solución condicionada temporalmente y cuyo incumplimiento dará lugar al cese de suministro.
- Cuando el incumplimiento no supone ningún riesgo, se trata de un *defecto leve*, lo que debe implicar la consiguiente notificación y solución posterior.

Si no se dispone de este tipo de calificación, se puede ir a otras del tipo:

SÍ/NO/NO PROCEDE

Esta asignación no pretende cuantificar, por lo que el uso de este sistema permitiría únicamente anotar los defectos a mejorar.

Una cuantificación de defectos detectados se conseguiría con la aplicación de un método de evaluación del riesgos como por ejemplo el método William T. FINE, con el que de forma numérica se califica el nivel de riesgo detectado.

D) Auditoría del Sistema de Prevención de Riesgos Laborales

Los métodos estadísticos nombrados, las evaluaciones de riesgos y las inspecciones técnicas de riesgos, son buenas herramientas de diagnóstico pero algunas de ellas se centran en resultados y otras en la detección de situaciones materiales y su cuantificación, con lo que en algunas situaciones no permite tener una imagen fidedigna del verdadero nivel de prevención en la empresa.

Un breve repaso al termino *auditoría*, indica que procede del campo financiero-contable constituyendo un importante capítulo de la ac-

tividad económica y organizativa empresarial, siendo progresivamente adaptado a los diversos ámbitos organizativos para el control de la gestión de las empresas.

El significado ordinario del termino *auditoría* estaba referido a las cuentas, como un proceso de «examen y verificación», si bien se ha ido extendiendo a gran cantidad de otros procedimientos administrativos de supervisión en todas las áreas de la actividad empresarial.

En el caso de la prevención de riesgos laborales, la auditoría se realiza sobre el sistema que la empresa ha instaurado para dar cumplimiento a dos grandes objetivos:

- Requisitos y obligaciones legales.
- Programas y objetivos propios.

En el primer objetivo genérico la auditoría debe evaluar la eficacia del sistema instaurado por la empresa para dar cumplimiento a todas sus obligaciones legales en materia de prevención de riesgos laborales. Se podría denominar o definir como una auditoría legal o reglamentaria.

En el segundo caso la auditoría evalúa la eficacia del sistema de aquellas empresas que han decidido ir más allá del mero cumplimiento de los requisitos legales y ha decidido implantar un sistema de prevención que se ajuste a los requisitos establecidos en una determinada norma u otra especificación técnica de referencia, que se podría definir como auditoría contra norma.

Auditoría legal

En España se ha establecido como obligación de la empresa que no hubiere concertado toda la actividad preventiva con una entidad especializada ajena a la empresa, debidamente autorizada por la autoridad laboral, que deberá someter su sistema de prevención al control de una auditoría o evaluación externa. Esta auditoría deberá ser repetida cada cinco años, o cuando así lo requiera la autoridad laboral, a la vista de los datos de siniestralidad o de otras circunstancias que pongan de manifiesto la necesidad de revisar los resultados de la última auditoría.

Como ya se ha comentado anteriormente, esta auditoría, como instrumento de gestión que ha de incluir una evaluación sistemática, documentada y objetiva de la eficacia del sistema de prevención, deberá ser realizada de acuerdo con las normas técnicas establecidas o que puedan establecerse y teniendo en cuenta la información recibida de los trabajadores, y tendrá como objetivos:

a) Comprobar cómo se ha realizado la evaluación inicial y periódica de los riesgos, analizar sus resultados y verificarlos, en caso de duda.
b) Comprobar que el tipo y planificación de las actividades preventivas se ajusta a lo dispuesto en la normativa general, así como a la normativa sobre riesgos específicos que se de aplicación, teniendo en cuenta los resultados de la evaluación.
c) Analizar la adecuación entre los procedimientos y medios requeridos para realizar las actividades preventivas mencionadas en el párrafo anterior y los recursos de que dispone la empresa, propios o concertados, teniendo en cuenta, además, el modo en que están organizados o coordinados, en su caso.

Por lo tanto, de estos objetivos se deduce que la auditoría no tiene como objeto comprobar si las condiciones de trabajo existentes en la empresa en un momento determinado (la anchura de un pasillo o la protección de una máquina, por ejemplo) cumplen o incumplen la normativa que les es aplicable.

Teniendo en cuenta todo lo reflejado hasta aquí parece lógico que la auditoría comience por el análisis de la documentación sobre la evaluación de los riesgos y la planificación de las actividades preventivas. En esta auditoría se tiene que comprobar si esta documentación es completa, es decir, si incluye toda la información legalmente exigible, y si es coherente, es decir, si las actividades preventivas son las legalmente exigibles (a la vista del resultado de la evaluación) y pueden ser realizadas con los medios (propios o concertados) disponibles, los cuales, en cualquier caso, deben respetar los mínimos establecidos por la reglamentación existente sobre esta cuestión.

La auditoría no debe limitarse, sin embargo, a la comprobación de la corrección formal de la documentación, puesto que ésta puede no reflejar la situación real de la empresa. Es necesario, por tanto, que el auditor visite la empresa y que verifique los resultados de la evaluación en caso de duda, como ya se ha señalado anteriormente. La veracidad o corrección de los datos e informaciones que aporte la empresa sólo debe ser verificada si existen razones objetivas para ello: la verificación sólo será procedente cuando se aprecie una manifiesta contradicción entre dichos datos e informaciones (o su omisión) y:

- Las observaciones realizadas durante la visita a la empresa.
- Las informaciones recibidas de los trabajadores y sus representantes.
- Los accidentes ocurridos y los daños para la salud que se hayan puesto de manifiesto como resultado d ella vigilancia de la salud de los trabajadores.

De lo manifestado hasta aquí debe quedar claro que una auditoría no puede ser una simple evaluación de documentos, pero tampoco es necesario que conlleve una verificación exhaustiva de la información aportada por la empresa (lo que supondría, entre otras cosas, la total repetición de la evaluación de los riesgos). El justo equilibrio entre ambos extremos deberá alcanzarse por la aplicación del principio de objetividad que debe presidir la actuación de todo auditor.

Una de las más importante obligaciones empresariales cuyo cumplimiento debe comprobar el auditor es la integración de la prevención en la estructura organizativa de la empresa. Sólo un sistema de prevención integrado en la organización general de la empresa es plenamente compatible con la propia definición de la prevención: el conjunto de actividades o medidas adoptadas o previstas en todas las fase de actividad de la empresa con el fin de evitar o disminuir los riesgos derivados del trabajo. La integración no sólo es un requisito legal, al menos en España, sino también una condición técnicamente necesaria para que la acción preventiva pueda desarrollarse con eficacia. Si la integración no se produce, la acción preventiva suele ser ineficaz, aunque en la empresa exista un Departamento de Prevención o similar que cumpla correctamente sus cometidos. Por ello, reducir la auditoría a la evaluación de dicho departamento facilita el error que consiste en extrapolar al conjunto de la empresa el juicio que merezca una (o varias) de sus unidades organizativas y, en cualquier caso, hace que la auditoría pierda sentido.

Auditoría contra norma

Algunas organizaciones deciden superar las obligaciones legales, que se deben considerar como mínimos a cumplir, y se auto-imponen un sistema de gestión de prevención de riesgos laborales más exigente que lo que define la norma de obligado cumplimiento, definiendo además el Sistema que desean implantar y seguir para la gestión del área de prevención de riesgos laborales.

Existen diferentes modelos de Sistema de Gestión de Prevención de Riesgos Laborales, recogidos en otras tantas normas y criterios técnicos, y que definen los contenidos para las auditorías a realizar como control del mismo, que son referencia en diversos países y contextos, entre los que se encuentran los siguientes:

- Programa de Evaluación de Cinco Estrellas ((International Loss Control Institute).
- Programa de auditoría con evaluación sistemática (Safety Audits. Chemical Industry Safety and Health Council of the Chemival Industries Association Limited).
- Modelo de Auditoría de Seguridad y Salud laboral de INERMAP, Instituto de Ergonomía MAPFRE, S.A.
- BS 8800.
- OSHA 18001.
- Etc.

A continuación se detalla el contenido y requisitos de un Sistema de Gestión de Prevención de Riesgos Laborales de acuerdo a lo definido por algunas de las normas mencionadas.

Modelo de Sistema de Gestión para la Prevención de Riesgos laborales

- Política de prevención de riesgos laborales.
- Sistema de gestión de la prevención de riesgos laborales.
- Organización y personal.
- Responsabilidades.
- La evaluación de riesgos.
- Planificación de la prevención.
- El manual y la documentación de gestión de la prevención de riesgos laborales.
- El control de las actuaciones.
- Registros de la prevención de riesgos laborales.
- Evaluación del S.G.P.R.L.

Básicamente todos los modelos recogidos en estas normas siguen la guía de desarrollo que se define en las normas de calidad (ISO 9000) y de medio ambiente (ISO 14000), por lo que en algunos foros se está planteando incluso la integración de los tres sistemas de gestión. Esta integración facilitaría a las empresas, sobre todo a las pequeñas y medianas, la cuestión documental de soporte del sistema ya que permitiría que con sólo un manual, por ejemplo, se resolviese y contuviese los procedimientos de las tres áreas.

Sistema de Gestión de Prevención de riesgos Laborales

- Política y programa de prevención:
  - — Promulgación y difusión.
  - — Compromisos gerenciales.
  - — Planificación y programa.
- Organización de la prevención:
  - — Comité de Seguridad y Salud Laboral.
  - — Servicio de Prevención.
  - — Trabajadores designados.
  - — Línea de mando.
- Manual de prevención:
  - — Normas y reglamentos internos.
  - — Procedimientos de operación e instrucciones.
  - — Controla de adquisiciones.
  - — Etcétera.
- Investigación, comunicación y registro de accidentes:
  - — Análisis de accidentes.
  - — Comunicación de accidentes.
  - — Registro de accidentes.
- Formación, información y entrenamiento.
  - — Información general y específica de los riesgos.
  - — Formación general y específica sobre prevención de riesgos.
  - — Motivación en prevención.
- Inspección de riesgos. Evaluación. Análisis.
- Vigilancia de la salud.
- Emergencias y Primeros Auxilios.

Hay que tener en cuenta que el espíritu que rige en las normas de referencia en las tres áreas es coincidente, evitar los daños a los productos, bienes y personas. En el caso de la calidad identifica estos daños como los incumplimientos de las características de bienes y servicios producidos; en el medio ambiente su preservación, evitando las agresiones y deterioros del mismo; y en riesgos laborales se trata de preservar la seguridad y salud del trabajador, evitando los daños que el trabajo pueda producirle.

Por otro lado no faltan opiniones que plantean discrepancias sobre esta integración, dado que las cuestiones relacionadas con la calidad y su aseguramiento no están reguladas por una legislación de obligado cumplimiento para las empresas, aunque la ley de mercado a veces es

una exigencia más fuerte que la dictada por la administración pública. En relación con el medio ambiente, hay una exigencia legal algo más definida que sobre las cuestiones de calidad, pero hay modelos (ISO 14000, EMAS, etc.) que plantean exigencias que la legislación no obliga a cumplir. Sin embargo, las cuestiones de seguridad y salud laboral están reguladas por normas de obligado cumplimiento, además de poder estipularse requisitos más exigentes mediante la negociación colectiva entre empresa y trabajadores, entrando a formar parte de esta cuestión aspectos de índole social que cada estado regula a su criterio, incluso cada sector de actividad o empresa.

Las cuestiones relacionadas con los auditores para este tipo de auditorías, así como la frecuencia y metodología no son tratadas aquí por la coincidencia en muchos aspectos con lo ya explicado en el punto anterior, además de que vienen definidas por las propias normas mencionadas.

E) Otras sistemáticas

Se hace referencia en este apartado a otros métodos, unos que tienen en cuenta puestos de trabajo concretos y otros que analizan el medio ambiente laboral y las condiciones de trabajo en relación al grado de salud y bienestar existentes en el mismo. En definitiva, en este último caso se trata de sistemáticas que permiten efectuar diagnósticos sobre la calidad de vida laboral en el centro de trabajo donde se apliquen.

Mapas de riesgos

Este método de diagnóstico pretende ser el punto de partida para elaborar posteriormente una acción preventiva de los riesgos en el interior de la empresa. Así pues, se trata de una herramienta que permitirá la recopilación programada de datos que expresan la situación relacionada con los factores de riesgos presentes en los puestos de trabajo. Los objetivos que se pretenden alcanzar son:

- La identificación de los factores nocivos y de riesgo que están presentes en la empresa
- Conocer el número de trabajadores que estén expuestos a los diferentes riesgos en función de lo horarios y los turnos.

Metodología

La metodología de elaboración de un mapa de riesgos, se basa en la recuperación de la experiencia de grupos de trabajadores expuestos a las mismas condiciones de trabajo, sin entrar en conceptos técnicos o patológicos. El termino «Mapa de riesgos» surge de la estrategia adoptada por los sindicatos italianos, en los inicios de los 70, en defensa de la salud laboral.

La información a obtener en torno a los diferentes riesgos se puede agrupar, existiendo variaciones al respecto, en los cinco factores siguientes:

1. Microclima de trabajo (luz, ruido, temperatura, etc.).
2. Contaminantes del ambiente (físicos, químicos y biológicos).
3. Sobrecargas muscular.
4. Sobrecarga psíquica.
5. Factores de seguridad.

Estos factores serían evaluados por los propios trabajadores de forma colectiva, a través de discusión y búsqueda de un consenso colectivo. Con el fin de favorecer la discusión es frecuente recurrir a representaciones gráficas realizadas sobre los planos del territorio analizado asignando un color a cada uno de los factores de riesgo mencionados, así como un signo concreto a ciertos riesgos que se consideran importantes.

Para llevar a cabo un trabajo de este tipo, se debe disponer de una colección de encuestas, que de forma simple recojan la información de los distintos factores de riesgo, que afectan a cada uno de los departamentos, así como el tiempo de exposición al riesgo.

Toda la información recogida con las mencionadas encuestas se complementa con los estudios técnicos realizados por los especialista de prevención, sobretodo en cuestiones relacionadas con mediciones higiénicas o de seguridad de cierta complejidad técnica, además se cotejan con los datos de la vigilancia de la salud y la casuística de accidentalidad y enfermedades profesionales producidas.

Con toda esta información se trata de objetivar la subjetividad, es decir, la opinión de los trabajadores, ya relativamente objetivada por su discusión y ajuste entre ellos, se cruza con la realidad cuantificable que proporcionan los técnicos con sus mediciones y criterios de comparación más la detección de los daños para la salud a través de la accidentalidad y la vigilancia de la salud. Todo ello debería permitir:

- Conocer los factores de riesgo.

- Cuantificarlos por secciones y/o actividades.
- Conocer los daños a la salud (accidentes y enfermedades profesionales) y su tipología.
- Definir prioridades de actuación.
- Efectuar seguimiento de los resultados.

Aunque hasta aquí se ha planteado el mapa de riesgos como una herramienta de diagnóstico que se aplica a una sección en una empresa o a una tarea concreta, existen aplicaciones de esta herramienta que contempla a toda una empresa o incluso a toda una región geográfica concreta, y en este último caso atendiendo a sectores de actividad concretos (talleres de reparación de automóviles, por ejemplo).

De igual modo, los mapas de riesgos se pueden aplicar a temas de seguridad y salud laboral concretos, encontrándose casos de mapas de riesgos de seguridad, de ergonomía o higiene industrial.

Métodos de valoración de tareas y de puestos de trabajo

Aunque estos métodos han sido utilizados en algunas ocasiones para elaborar mapas de riesgos dedicados factores relacionados con los riesgos de origen ergonómicos, se realiza una mención aparte debido a su especial interés.

Tres de los métodos más conocidos y difundidos para el análisis global de las condiciones de trabajo y alguno de ellos de tareas específicas, son el método «LEST», el método «RNUR», el método MAPFRE y la guía «ANACT».

Dichos métodos tienen una estructura analítica parecida, aunque con diferencias en los factores analizados. Pretenden cuantificar todas las variables que se plantean en base a mediciones y observaciones directas.

El método LEST (Laboratorio de Economía y Sociología del Trabajo de Aix-en-Provence) contempla el análisis de 16 variables agrupadas en cinco factores:

- ESPACIO FÍSICO (ambiente térmico, ruido, iluminación, vibraciones).
- CARGA FÍSICA (carga estática y carga dinámica).
- CARGA MENTAL (apremio de tiempo, complejidad-rapidez, atención, minuciosidad).
- ASPECTOS PSICO-SOCIOLÓGICOS (iniciativa, estatus social, comunicación, cooperación, identificación con producto).
- TIEMPO DE TRABAJO (horarios-turnos).

El método RNUR de los puestos contempla el análisis de diferentes variables agrupadas en factores, divididos en dos grupos ergonómicos y psicosociales.

I. Concepción del puesto
   1. Altura-alejamiento
   2. Alimentación-evacuación
   3. Aglomeración-accesibilidad
   4. Mandos-señales

II. Factor seguridad
   5. Seguridad

III.1. Entorno físico
   6. Ambiente térmico
   7. Ambiente sonoro
   8. Iluminación artificial
   9. Vibraciones
   10. Higiene atmosférica
   11. Aspecto del puesto

III.2. Carga física
   12. Postura principal
   13. Postura más desfavorable
   14. Esfuerzo de trabajo
   15. Postura de trabajo
   16. Esfuerzo de manutención
   17. Postura de manutención

III.3. Carga nerviosa
   18. Operaciones mentales
   19. Nivel de atención

Factores Ergonómicos

IV.1. Autonomía
   20. Autonomía individual
   21. Autonomía de grupo

IV.2. Relaciones
   22. Relaciones independientes del trabajo
   23. Relaciones dependientes del trabajo

IV.3. Repetitividad
   24. Repetitividad del ciclo

IV.4. Contenido del trabajo
   25. Potencial
   26. Responsabilidad
   27. Interés del trabajo

Factores Psicosociales

Por último, la guía ANACT (Agencia Nacional para la Mejora de las Condiciones de Trabajo, Francia) divide en el análisis de las características del puesto, las condiciones ambientales, la distribución de las tareas, la ejecución de las tareas y los factores psicológicos.

Los diagnósticos de tales métodos, pueden servir de guía complementaria para programar mejoras en base a las deficiencias más graves detectadas.

DEFINICIÓN DE OBJETIVOS

Una vez definida la «situación de partida», a través de la utilización de alguno de los métodos de diagnóstico analizados en el apartado anterior u otros que se decida, es está en condiciones de establecer «objetivos», tarea, que por otra parte, puede llegar a ser bastante difícil al no conocerse metodologías aplicables en materia de prevención de riesgos laborales.

Para que un objetivo este bien determinado y resulte auténticamente eficaz debe responder a una serie de criterios. Según HENRI VIVIER, estos criterios serían los siguientes:

a) Definición clara y universal, con idéntico significado para todos.
b) Establecimiento de las condiciones para conocer si fueron o no alcanzados.
c) Determinar el plazo para su consecución.
d) Realistas y alcanzables.
e) Inscritos en un sistema de información y control.

Estas unidades de medida y control deberán ser escogidas cuidadosamente, de forma que supongan instrumentos homogéneos con respecto a los elementos a medir . Por lo tanto, se plantea el problema de buscar y definir este conjunto de instrumentos o medios.

El sistema que se propone es un intento en esa dirección. Habrá que definir unos instrumentos de medición que se denominarán indicadores por disponer de precisión conocida y/o criterios de referencia aceptados y que permitirán evaluar en todo momento el grado de consecución alcanzado. A dichos indicadores se los divide en tres niveles.

Indicadores de primer nivel

Se incluyen bajo este concepto tanto resultados como el alcance que se pretende obtener de la gestión del riesgo profesional.

Indicadores de segundo nivel

La siniestralidad o los resultados se relacionan directamente con la adecuación de los medios técnicos, ambiente, métodos de trabajo y trabajadores y la conducta de estos. A los criterios o estándares para evaluar este nivel de adecuación se les denomina con este enunciado.

Indicadores de tercer nivel

La adecuación de medios, ambiente, métodos, hombres y conductas, no surgen en la empresa de forma espontánea, sino que es consecuencia de una serie de acciones y organización de la prevención para reconocer, evaluar y controlar los riesgos. La profundidad y extensión de estas acciones se valoran mediante estos indicadores, que se denominan de tercer nivel.

Un plan de objetivos coherente debería contemplar estos tres niveles de indicadores. A continuación se desarrollan cada uno de ellos, con objeto de facilitar su comprensión.

A) INDICADORES DE PRIMER NIVEL: «ALCANCE Y RESULTADOS»

Se incluyen dentro de este concepto los objetivos definidos por la propia dirección de la empresa, y que formarán parte de su «política de prevención». Aunque anteriormente se ha definido más ampliamente este concepto, se incluye este objetivo en este primer nivel, ya que se trata de determinara el «alcance» que pretende obtener la dirección a través del programa de prevención.

Así se pueden incluir sentencias como «Evitar los riesgos graves que pongan en peligro la vida de los trabajadores», «Cumplir la reglamentación legal vigente sobre el tema para evitar responsabilidades administrativas graves», etc.

Siendo el primer objetivo de la gestión de riesgo profesional la reducción de la siniestralidad es evidente que se debe incluir en este primer nivel los objetivos de «resultados», como por ejemplo «Reducir el índice de incidencia a un valor inferior a 10», «Eliminar enfermedades profesionales incapacitantes», etc.

B) INDICADORES DE SEGUNDO NIVEL: « ESTÁNDARES DE RIESGO»

Tras el estudio de los indicadores de primer nivel, se plantea la necesidad de utilizar otro tipo de indicadores que nos informen, fijen criterios de referencia y se puedan usar como objetivos.

En este segundo nivel se incluyen los criterios o estándares técnicos de valoración de riesgos, que podrán coincidir o no con los legales y que incluso pueden ser más restrictivos que estos últimos. Se ha de tener en cuenta, que la normativa de prevención no es más que un criterio de valoración, que dice lo que es aceptable y lo que no lo es.

A la hora de escoger normativa válida, para ser aceptada técnicamente como referencia, existirán diversas posibilidades, dependiendo en mucho del grado de desarrollo de la prevención del propio país en el que se encuentre.

En España desde hace ya algunos años ha ido surgiendo nueva reglamentación técnica que hace disponer de un abanico de cobertura normativa que resuelve esta cuestión. Hoy por hoy, algunas de estas normativas para diferentes áreas y actividades en las que está prácticamente resuelto son por ejemplo: el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, el Código Técnico de Edificación las Normas Tecnológicas de Edificación, las Normas UNE/EN por ejemplo sobre elementos y sistemas de seguridad para máquinas, los Reales Decretos sobre lugares de trabajo, señalización, manejo manual de cargas, equipos de trabajo, obras de construcción, etc. , los más de carácter obligatorio, otros sólo para nuevas instalaciones y otros de cumplimiento voluntario, son susceptibles de ser utilizados como indicadores de segundo nivel. En caso de no encontrar normativa de referencia en el propio país, se puede recurrir a criterios técnicos de reconocido prestigio y que son adoptados en muchos de los países de nuestro entorno.

El objetivo que se debería marcar para estos indicadores requerirá un estudio muy detenido de los mismos y deberán ser específicos para cada empresa, pudiéndose definir como el «nivel de control de riesgos» a conseguir.

En el mismo rango de indicadores de segundo nivel, se incluirían los relativos a la adecuación de los métodos de trabajo y de las normas

de seguridad, procedimientos de operación, etc., que habrán sido marcados por las propias empresas, de acuerdo lógicamente con las exigencias legales que les puedan afectar.

La *Norma de Seguridad* se puede definir como la regla de obligado cumplimiento que es necesario promulgar y difundir con la suficiente anticipación, para evitar los situaciones que puedan provocar daños o estos mismos y que pueden ocurrir como consecuencia del trabajo. En cuanto a *Método de trabajo*, se trataría del procedimiento establecido por la empresa , para llevar a término una determinada actividad laboral.

Aunque ambas herramientas forman parte de las técnicas habituales de prevención, hemos de tener presente, que son las que más tienen en cuenta la componente del comportamiento humano en los accidentes.

Tanto las normas como los métodos de trabajo una vez establecidos se convertirán en los estándares o criterios de referencia, asimilables a las normativas o reglamentos técnicos utilizados anteriormente.

El objetivo de este tipo de indicadores se puede definir como el «grado de cumplimiento de normas y métodos».

C) Indicadores de tercer nivel: «acciones»

Para lograr alcanzar los criterios o estándares técnicos, así como el adecuado cumplimiento de las normas o métodos de trabajo antes indicados, que hagan posible, en definitiva, la mejora de la seguridad y salud laboral, se necesitan una serie de acciones.

Dichas acciones serían medidas concretas de orden material, humanos u organizativo, con posibilidad de especificación de esencia, duración, cantidad, etc. e incluso datos técnicos básicos de equipos e instalaciones de protección. A título de ejemplo, podrían incluirse entre los indicadores los siguientes:

- Sistemas de protección colectivos (áreas de trabajo, señalización, instalación eléctrica, etc.)
- Medios de protección individual.
- Medidas organizativas (planes de formación, planes de revisión, control y mantenimiento, planes de inspección y auditoría, etc.)

Serían en definitiva acciones dirigidas al reconocimiento, evaluación y control de los riesgos profesionales.

El objetivo se podría denominar como el «grado de cumplimiento del programa de acciones».

Como conclusión de este punto relacionado con los objetivos se señala que estos no deben ser sólo el resultado numérico deseado, aspecto que la mayoría de las veces ciega a la organización, sino que deben definir que acciones son necesarias realizar para la consecución del objetivo cuantificado numéricamente y que el final de las acciones. Se destaca la necesidad de incluir en cualquier objetivo un aspecto fundamental cual es el coste, tanto económico como de los recursos de otro tipo puestos en juego, para su obtención.

PLANIFICACIÓN DE LAS ACTIVIDADES PREVENTIVAS

Cuando el resultado del diagnóstico inicial así lo requiera, por que se hayan puesto de manifiesto situaciones de riesgo, la empresa debe planificar la actividad preventiva que proceda, con objeto de eliminar o controlar y reducir dichos riesgos, conforme a un orden de prioridades en función de su magnitud y número de trabajadores expuestos a los mismos.

En la planificación de esta actividad preventiva se tendrá en cuenta la existencia, en su caso, de disposiciones legales relativas a riesgos específicos, como por ejemplo sucede en nuestro país para riesgos relacionados con ruido, en los que la reglamentación vigente fija una serie de actuaciones con una prioridad establecida.

Además, en esta planificación se deberá tener en cuenta los siguientes principios generales de acción preventiva:

a) Evitar los riesgos.
b) Evaluar los riesgos que no se puedan evitar.
c) Combatir los riesgos en su origen.
d) Adaptar el trabajo a la persona, en particular en lo que respecta a la concepción de los puestos de trabajo, así como la elección de los equipos y los métodos de trabajo y producción, con miras, en particular, a atenuar el trabajo monótono y repetitivo y a reducir los efectos del mismo en la salud.
e) Tener en cuenta la evolución de la técnica.
f) Sustituir lo peligroso por lo que entrañe poco o ningún peligro.
g) Planificar la prevención, buscando un conjunto coherente que integre en ella la técnica, la organización y las condiciones del trabajo, las relaciones sociales y la influencia de los factores ambientales en el trabajo.

h) Adoptar las medidas que antepongan la protección colectiva a la individual.
i) Dar las debidas instrucciones a los trabajadores.

Las actividades preventivas que deberán planificarse son de dos tipos:

- Actividades para eliminar o reducir los riesgos: medidas de prevención en el origen o de protección colectiva aplicadas a los lugares , medios, organización o procedimientos de trabajo, medidas de protección individual y actuaciones en relación con los trabajadores, a través, por ejemplo, de la formación e información.
- Actividades para controlar los riesgos: control de determinadas condiciones ambientales, mantenimiento periódico de partes críticas para la seguridad de determinadas instalaciones, o la vigilancia de la salud.

También son actividades preventivas las que se realizan «en previsión de...» . Se consideran como tales, en concreto, las:

- Actuaciones frente a sucesos previsibles: un incendio, una fuga de gas tóxico, o un accidente que requiera primeros auxilios, por ejemplo.
- Actuaciones frente a cambios previsibles: adquisición de un equipo, la contratación de un trabajador, o la realización de una obra.

La actividad preventiva debe planificarse para un periodo determinado, estableciendo las fase y prioridades de su desarrollo en función de la magnitud de los riesgos y del número de trabajadores expuestos a los mismos, así como su seguimiento y control periódico. En el caso de que el período en que se desarrolle la actividad preventiva sea superior a un año, se hace necesario un programa anual de actividades.

Asignación de recursos económicos

La planificación de la actividad preventiva incluirá, en todo caso, los medios humanos y materiales necesarios, así como la asignación de recursos económicos precisos para la consecución de los objetivos

propuestos, sin que ello signifique necesariamente mayor coste conjunto. En muchas ocasiones producir con un buen nivel de seguridad y salud laboral no significa producir con más costo, sino producir mejor.

Los costes totales de la empresa en su dependencia de la producción, se pueden desglosar en costes fijos y costes variables. Las prevención de riesgos laborales tiene incidencia en ambos: en los costes fijos en cuanto a las medidas técnicas y organizativas necesarias para incrementar el nivel de seguridad y salud y en los costes variables, en cuanto a las posibles perdidas que ocurren como consecuencia de los accidentes.

Este planteamiento tradicional de la utilización de los criterios económicos en la toma de decisiones en prevención de riesgos debe llevar inicialmente a la reflexión sobre tres elementos esenciales:

- El medio utilizado: la gestión coste-ventaja y las demás gestiones posibles
- Su aplicación a través de una dinámica basada esencialmente en el comportamiento de los trabajadores.
- El modelo económico al que corresponde, el de la regulación por los costes del mercado.

Tal condición económica puede abordarse de varias maneras y que pueden resumirse en dos tipos de instrumentos: los balance de coste y ventajas y los enfoques más globales que no se limitan a un balance cifrado.

Los balances de costes y ventajas son instrumentos que permiten comparar. Por ejemplo ante soluciones alternativas de prevención de riesgo, la consideración de los distintos balances posibilitará la adopción de la solución óptima desde el punto de vista económico. En la práctica, lo que suele hacerse es comparar una situación real con otra alternativa que pretende ocupe su lugar. Si el análisis de costes y ventajas da resultado positivo, es económicamente deseable proceder a la modificación de las condiciones de trabajo, antes incluso de que se plantee un problema reivindicativo o de obligación legal.

Ahora bien, conviene indicar que existen problemas técnicos relacionados con la dificultad de disociar lo que es consecuencia de las condiciones de trabajo, de lo que se debe a cambios técnicos. Un ejemplo de esta limitación es la dificultad para disociar en una inversión en una instalación nueva que integre determinados principios ergonómicos, la parte que corresponde al equipo, del coste adicional

para prevenir riesgos y para mejorar las condiciones de trabajo. De igual modo resulta complejo disociar en el aumento eventual de la productividad lo que es el resultado de la inversión y lo que se deriva d ellas condiciones de trabajo.

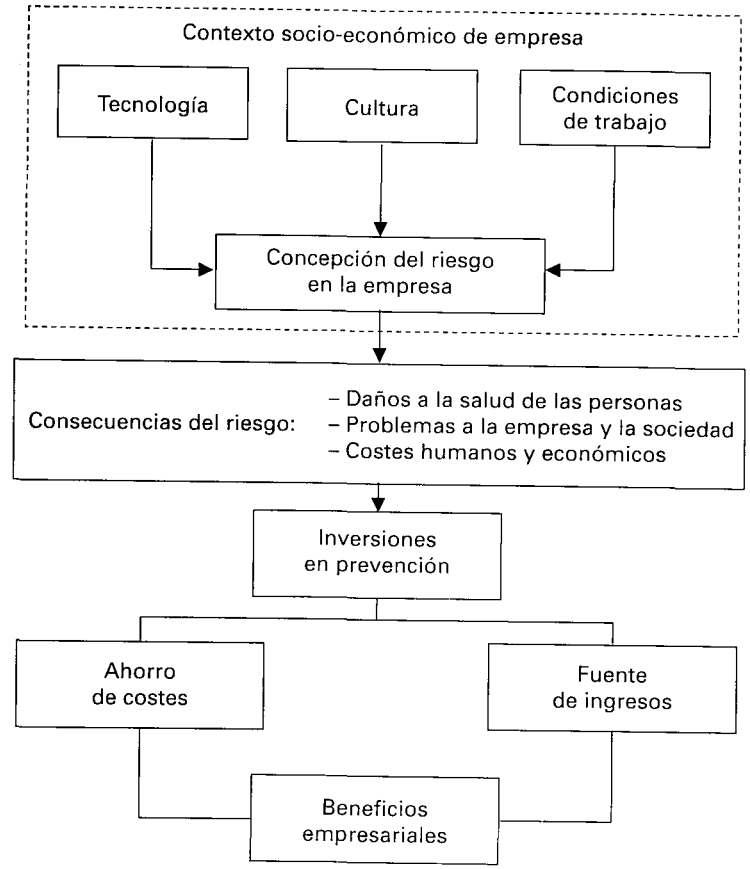
A menudo tampoco es posible analizar los factores ambientales como el ruido o el calor desde le punto de vista del balance coste-ventajas, debido a que se trata de fenómenos directamente relacionados con las condiciones y estado del equipo productivo.

Es frecuente el estudio del coste de una disfunción determinada (por ejemplo la accidentalidad, el absentismo, etc.). Si se considera que esta disfunción es consecuencia de un estado deficiente de las condiciones de trabajo, es posible hacer una idea del coste para la empresa de tales deficiencias, pero debería existir una relación unívoca y directa entre las mismas y el «indicador de efecto», cosa que evidentemente no siempre sucede y tampoco es fácil de determinara y calcular. Debe tenerse en cuenta la diversidad de componentes de costes de cualquier deficiencia en prevención, que está determinada por aspectos materiales, ambientales, humanos y organizativos con peso específico diferente en una evaluación global de este tipo.

Por otros lado existe una aleatoriedad e incertidumbre en la materialización de los sucesos (accidentes) y sus consecuencias. Una misma deficiencia puede generar diversidad de procesos secuenciales de daños con resultados y costes finales diferentes. Ello evidentemente es resoluble pero requiere de una estimación probabilística de los riesgos y de los fallos básicos que los generan y que pueden desencadenar las situaciones de pérdidas indeseadas.

Por otra parte la exigencia de intervenciones en prevención ante cualquier situación de riesgos es multifactorial. O sea, cualquier inversión de prevención en equipos o elementos de seguridad debe ir complementada con actuaciones sobre el comportamiento humano, para asegurar la efectividad de la solución planteada. Toda acción preventiva tiene un coste y es difícil de estimación sobre rendimiento económico de medidas individualizadas o aisladas.

No se desea expresar la imposibilidad de efectuar análisis de coste-beneficio, que es necesario para incentivar que se hagan inversiones en prevención para eliminar o reducir riesgos para la salud del trabajador y del sistema productivo. Lo que se pretende es plantear cuestiones que lleven a la reflexión sobre otros sistemas complementarios de gestión que permitan tener un conocimiento real de la eficacia económica de las acciones en prevención.



Economía de la prevención de riesgo en la empresa.

Parece posible realizar un estudio más global de los efectos favorables para la empresa de una mejora de las condiciones de seguridad y salud y en general de trabajo, centrándolo no únicamente en torno al concepto de disfunción, sino en el de adaptabilidad. Mientras los balances coste-beneficio revelan costes efectivos, ya sean conocidos (productividad, etc.) u ocultos (indicadores de disfunción), un enfoque más global, que cabría denominar según los casos como «estratégico» o «sistémico», consistiría en apreciar el potencial de adaptación de la organización a su entorno económico y social cambiante y en gran medida aleatorio.

Este enfoque se relacionaría en cierto modo, con la corriente denominada de la contabilidad de los activos humanos, que pretende integrar en la configuración del resto de activos de la empresa, además de los valores materiales o comerciales, el potencial de recursos humanos de que dispone la empresa.. En consecuencia, todas las iniciativas de gestión dirigidas a aumentar este potencial (formación continua, mejora de condiciones de trabajo, etc.) no son simples cargas para la empresa, sino verdaderas inversiones en lo «humano».

Dificultades inherentes a la reducción de costes de deficiencias en las condiciones de trabajo

- Aleatoriedad e incertidumbre de materialización. Necesidad de estimación probabilistica de los riesgos asociados a los costes.
- Complejidad de evaluación de todos los componente del coste
- Diversidad de procesos secuenciales de daños con resultados y costes finales diferentes.
- Exigencia de intervención preventiva multifactorial e interconexa con dificultad de estimación del rendimiento económico de medidas preventivas individualizadas.
- Imposibilidad de demostrar rentabilidad económica a muy corto plazo, pudiendo generar desconfianza sobre la efectividad de algunas medidas preventivas clave.
- Limitada disponibilidad económica.

Ocurre que toda mejora efectiva en prevención no sólo altera el funcionamiento diario de la empresa (a través de los indicadores de efectos) y el potencial de la mano de obra (a través del estado de los activos humanos de la empresa), sino, más globalmente, el funcionamiento general de la empresa en cuanto subsistema económico y social. Por lo tanto, la consideración de las interrelaciones no puede reducirse a una simple instrumentación (determinar costes, evaluar potenciales, etc.), sino que exige una estrategia de gestión de las personas que componen la organización empresarial, uno de cuyos elementos es la prevención y la mejora de las condiciones de trabajo. Esta es la causa de que la idea de rentabilidad para la empresa de una política de prevención supere el mero análisis coste-beneficio, aun cuando este sea un componente esencial.

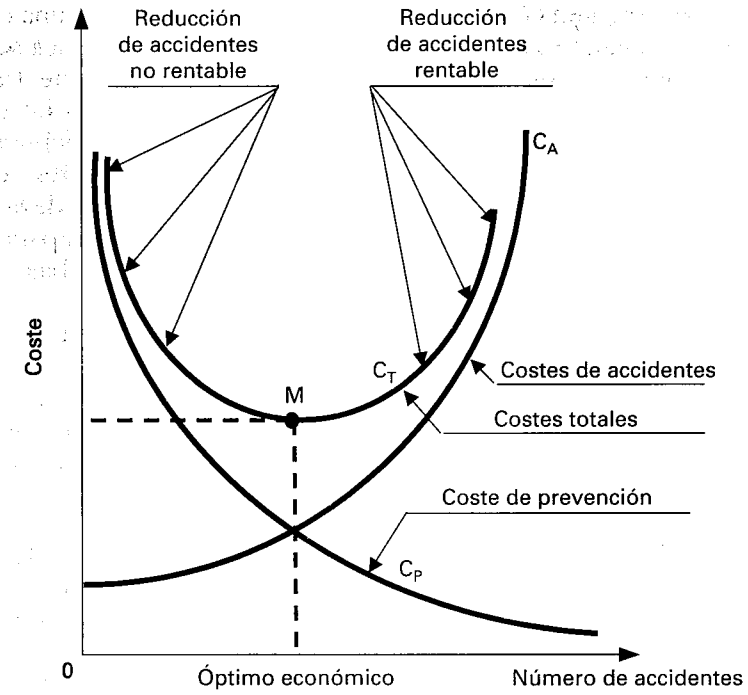
Hay que tener en cuenta que la prevención de riesgos es una cuestión fundamentalmente de actitudes. Con una acertada política se generarán actitudes provechosas y cuando no lo sea eso suficiente, las actitudes de reacción de los trabajadores como resultado de unas condiciones deficitarias, a la menos asumidas como tales, habrán de resultar costosas para la empresa. Las actitudes de los trabajadores deben referirse ineludiblemente a cómo perciben éstos la voluntad de la empresa no sólo por reducir los riesgos laborales, sino también para mejorar otros aspectos clave sobre el propio contenido del trabajo y las condiciones en que éste se debe desarrollar.

En este sentido la actitud de reacción del trabajador ante unas condiciones de trabajo deficitarias no tiene por qué ceñirse a un solo efecto negativo, por ejemplo los accidentes de trabajo. La calidad y la producción en rangos inferiores a lo normal y las normas, las reclamaciones, etc. serán indicadores que en su conjunto serán la respuesta negativa del sistema, aunque cada uno de estos indicadores no está obligatoriamente vinculado a una determinada forma de comportamiento.

Sin embargo, las razones esenciales que permiten llegar a la conclusión de que las deficiencias pueden ser muy costosas, son las incertidumbres en al actitud del personal. Por ello es imprescindible identificar primero mediante diferentes indicadores de comportamiento y cuantificar financieramente después, los costes ocultos derivados de las reacciones negativas de los trabajadores. Hay que tener en cuenta que una inversión importante en prevención de riesgos o mejora de las condiciones de trabajo puede convertirse en no rentable si los trabajadores no la asumen como necesaria y no llega a producirse un cambio favorable en su comportamiento.

Los costes de los accidentes-incidentes y de prevención

Los costes de la prevención se deben abordar desde dos perspectivas, la del análisis de los accidentes y demás sucesos indeseados con pérdidas y la del análisis de los costes de las deficiencias en las condiciones de trabajo, que igual que los primeros que están influyendo puntualmente cuando se producen los sucesos, y además están continuamente incidiendo negativamente en el proceso productivo a través de hecho y/o actuaciones no necesariamente accidentales, pero que también son generadores de pérdidas, aunque por supuesto de mucho más difícil cuantificación.



Relación entre el número de accidentes y costes por prevención y siniestralidad

El primer enfoque, como ya se ha comentado, se encuadraría para su análisis y cuantificación en la estrategia asumida por la mayor parte de las empresas de diversificar sus costes en costes fijos y costes variables.

Costes totales accidentes = costes fijos + costes variables

La relación entre los costes totales y el número de accidentes tendrá una representación gráfica de tipo hiperbólico, de forma semejante a la indicada en la siguiente figura.

Sobre un trazado real de las curvas C_A y C_p, el punto M de la curva C_T representa el óptimo económico en la planificación de la función de prevención, asumiendo un determinado número de accidentes.

Estas curvas, en la forma representada, sólo tienen la validez teórica requerida para un análisis global del tema, dado que el accidente es un suceso único de parámetros económicos repetitivos, sin embargo, es importante su validez teórica para expresar el necesario perfeccionamiento de las técnicas de prevención.

Parece lógico, que en las situaciones propias de la rama derecha de la curva C_T, un aumento de lo medios de prevención debe ser rentable. El suceso contrario tendría lugar sobre la rama izquierda de la indicada curva.

En principio, resulta teóricamente alcanzable el punto M, representativo del óptimo económico en el funcionamiento del sistema de prevención de una determinada empresa.

Si el punto M fuese único, parece evidente que la aproximación entre el punto real de funcionamiento y el óptimo M sería el objetivo fundamental d ella acción empresarial.

En la realidad el problema es distinto, ya que las curvas C_p y C_A además de no ser únicas, tienen una importante dependencia de cada programación, organización y metodología aplicada.

Un adecuado planteamiento directivo debe procurar la perfección de los costes, adoptando el programa más conveniente en relación a sus necesidades y posibilidades.

No obstante, otras razones de tipo social y legal, traducibles en muchos casos en razones económicas, también inciden en el problema y condicionan el incremento de los costes fijos, para intentar alcanzar el grado o nivel de seguridad y salud en la empresa más elevado posible.

A) Costes de las deficiencias y accidentes-incidentes o costes variables

Existe una amplia biografía sobre los estudios de costes de accidentes. Los métodos de HEINRICH y SIMONDS han sido durante muchos años la referencia obligada en relación a conocer estos costes. Posteriormente BIRD también hizo una importante contribución a este sistema.

Para poder contabilizar los costes derivados de las perdidas por accidentes, se debe partir del análisis de las repercusiones económicas de los mismos, realizado por el propio informe de investigación. De acuerdo con la prevención integrada y como ya se ha comentado debe ser la propia línea de mando quien tenga la responsabilidad de conocer los costes derivados de sus accidentes.

Estos costes se pueden clasificar en tres grupos:

Costes contabilizables

Se incluyen dentro de este apartado, entre otras, las siguientes partidas:

- Sanciones administrativas y penales.
- Recargos por falta de medidas de prevención de riesgos.
- Indemnizaciones por daños a terceros.
- Ayudas y retribuciones graciables, como el complemento que en algunas empresas (incluso por convenio colectivo) se abona al lesionado durante el período de baja hasta el 100 por 100 de su salario, donativos a la familia del accidentado, etc.
- Penalizaciones e indemnizaciones por demoras debidas al accidente.
- Importe de las horas-baja del lesionado el día del accidente.
- Importe de los seguros sociales correspondientes a los días de baja y parte proporcional de pagas extras y vacaciones.
- Importe de la parte proporcional de pagas extras y vacaciones
- Costes derivados de paros o huelgas por causa de accidentes.

Costes estimativos

- Costes inherentes a las pérdidas de tiempo y rendimientos, como las pérdidas de tiempo de los compañeros del accidentado, pérdidas de rendimiento al reintegrarse, costes de aprendizaje del trabajador que los sustituye, pérdidas del rendimiento de éste, etc.
- Producción no realizada por causa del accidente.
- Importe de la parte proporcional de gastos generales.

Costes no contabilizables

- Baja moral como consecuencia de la accidentalidad.
- Dificultades de contratación de mano de obra, por la imagen negativa producida por la accidentalidad.
- Aumento de salarios de contratación por la percepción de puestos de trabajo con mayores riesgos.
- Imagen pública deficiente con posible incidencia comercial.

Si se desea intervenir en la eliminación o reducción de estos costes, se debe indagar sobre el origen o raíz de los mismos con la finalidad de atender al origen del problema y ser eficaces en las medidas que se adopten.

Algunos de estos costes, como ya se ha señalado, tienen su origen en el hecho o suceso concreto que denominamos accidente o incidente, pero otros, sobretodo los relacionados con las deficiencias de las condiciones de trabajo que aún no habiendo provocado todavía daños directos o aparentes lo están provocando de forma indirecta, tienen su raíz en fuentes diferentes, y proceden de entidades tales como:

- Los PROVEEDORES de maquinaria y equipo en cuanto los suministre con deficiencias
- La ADMINISTRACIÓN PÚBLICA que vigila el cumplimiento de la legislación y consecuentemente plantea exigencias y sanciones.
- Los CIUDADANOS y sus asociaciones cívicas que efectúan denuncias y presiones.
- Las COMPAÑÍAS DE SEGUROS que recargan primas y establecen exigencias para mantener el aseguramiento.
- Los TRABAJADORES y SINDICATOS que exigen unos niveles de seguridad, planteando las correspondientes reivindicaciones.
- Los CLIENTES y USUARIOS que pueden retirar su confianza en la empresa y plantear reclamaciones y denuncias.

B) Costes de las inversiones o costes fijos

La reducción de los riesgos y por tanto de los costes derivados de ellos, se enfrentan a dos interrogantes decisivos:

- ¿Cuánto hay que gastar en medidas preventivas?
- ¿En qué hay que gastarlo?

Ambos interrogantes quedan entrelazados ante un mismo objetivo determinado por la asignación de medios, en este caso contabilizados económicamente, que se podría definir como «optimizar las inversiones en prevención».

No es pequeño el paso dado por las empresas que empiezan a asumir que lo gastado en prevención de riesgos o mejora de las condiciones de trabajo no es propiamente un coste, sino más bien una inversión.

El presupuesto máximo destinado a prevención, si sólo se determinara con un criterio económico, vendría limitado por el rendimiento

económico que pudiera obtenerse de él. Es decir a la empresa le interesa, hablando en términos económicos, invertir en aquellas medidas preventivas que sean lo más rentables posibles, por lo que para concretar y decir el presupuesto para la prevención de riesgos profesionales, habrá que efectuar previamente un estudio que justifique y optimice las inversiones posibles.

A partir de un análisis preciso de los costes de accidentes-incidentes y de los costes de las deficiencias en Seguridad y salud Laboral, se estará en condiciones de estudiar la rentabilidad económica de las posibles medidas preventivas a implantar, teniendo en cuenta tanto su efectividad para el control de los riesgos como su coste.

En realidad lo que interesa conocer sobre los beneficios de las medidas preventivas no sólo es su cuantía sino su distribución temporal a lo largo de la vida del sistema donde se integra o de la propia medida preventiva.

La cuantía de los beneficios viene determinada por los elementos fundamentales: los ingresos que aportan las medidas preventivas y los gastos que originan. La diferencia entre ambos conceptos en cada período de tiempo determinan los beneficios en el citado período. Ello implica que para conocer la distribución temporal de los beneficios hay que conocer la las respectivas distribuciones temporales de ingresos y gastos derivados de las medidas preventivas.

Los componentes principales de la partida de ingresos son el ahorro de costes de las deficiencias eliminadas o reducidas por las medidas preventivas y las mejoras de productividad que estas indirectamente hayan podido generar y que éstas últimas, aunque pueden llegar a ser extraordinariamente importantes, pueden o no suceder.

Tal ahorro de costes de las deficiencias calculado según lo expuesto anteriormente (cuantía y distribución temporal), viene condicionado por la fiabilidad de las medidas preventivas, ya que raramente estas supondrán un ahorro total de los costes de las deficiencias sobre las que actúan, puesto que su efectividad real (fiabilidad) siempre será limitada.

Normalmente el producto de la cuantía de los costes por la fiabilidad atribuible a la medida preventiva proporcionará el ahorro de costes de dicha medida, que sumado a las mejoras de productividad dará los ingresos en el período correspondiente.

Componentes principales de ingresos y gastos de las medidas preventivas

Ingresos	Gastos
• Ahorro de costes de las deficiencias (vienen determinadas por la fiabilidad de las medidas preventivas). • Mejoras de la productividad.	• Inversión inicial. • Gastos de mantenimiento, utilización. • Posibles incidencias negativas en el proceso productivo.

A su vez las medidas preventivas representan un gasto. En general exigirá un desembolso para su implantación y generará una serie de gastos a lo largo de su vida útil. Así pues, es preciso contabilizar una inversión inicial que a veces puede ser despreciable como el caso de implantar un procedimiento de trabajo, pero no lo serán los gastos posteriores que originará para su efectiva aplicación en el tiempo. Los gastos de utilización y mantenimiento constituyen el segundo de gastos. El tercer componente son las pérdidas de productividad (posiblemente en los momentos iniciales de implantación de algunas medidas preventivas).

En cuanto a los métodos para el cálculo de la rentabilidad de las medidas preventivas y en general de las inversiones en prevención, no se recogen en manual porque no requerirían un tratamiento diferencial a los que ya se vengan aplicando en la empresa para otro tipo de inversiones, con las salvedades que la prevención ofrece y que ya han sido comentadas.

Resulta evidente que, en la determinación del esfuerzo final a efectuar, intervendrán otras consideraciones como las legales, morales, éticas, etc., que como ya se ha comentado se convierten en económicas . Es necesario por tanto, disponer de algún método que permita evaluar la conveniencia económica de las inversiones y permita compararlas entre si. Para ello, se presenta que permite alcanzar dicho objetivo con bastante sencillez. Se trata del método de W. T. FINE, que ya se ha desarrollado en el capítulo I y del que aquí no se plantea su aplicación si no sólo la parte que corresponde a la justificación de la inversión para el control del riesgo.

Fórmula del grado de peligrosidad

La gravedad del peligro debido a un riesgo reconocido, se calcula por la fórmula del «grado de peligrosidad», teniendo en cuenta tres factores:

- CONSECUENCIAS (C) normalmente esperadas en caso de producirse el accidente.
- EXPOSICIÓN AL RIESGO (E) tiempo que el personal se encuentra expuesto al riesgo de accidente.
- PROBABILIDAD (P) de que el accidente se produzca cuando está expuesto al riesgo.

La fórmula que relacionaría los tres factores y que se denomina del grado de peligrosidad (GP) es la siguiente:

$$\mathbf{GP = Consecuencias \times Exposición \times Probabilidad}$$

Al utilizar la formula, lo valores numéricos asignados a cada factor están basados en el juicio y experiencia del técnico que hace el cálculo.

El cálculo de la relativa peligrosidad de cada suceso previsible, permite establecer listados de riesgos según un orden de importancia. Dicha lista de situación del suceso previsible, ordenada por la gravedad de sus riesgos, se puede convertir en una lista de prioridades actuales. La posición de cualquier riesgo puede variar a la baja, por la acción de medidas correctoras, o al alza, por sucesos que se produzcan, provocando tanto uno como otro la revisión del GP.

Además, puede ser utilizado para evaluar la propia auditoría o los riesgos detectados por ella ya que en cualquier momento dado, la tabla o resumen completo de GP representa el estado actual de la seguridad y salud en la empresa.

Justificación de las inversiones preventivas

Para determinar si está justificada la acción correctora propuesta para reducir una situación de riesgo, se puede conseguir mediante la fórmula siguiente:

$$\mathbf{JUST = \frac{Consecuencias \times Exposición \times Probabilidad}{Factor\ de\ coste \times Grado\ de\ corrección}}$$

Como se puede comprobar se han añadido dos nuevo elementos, que figuran en el denominador de la fórmula anterior.

- Factor Coste (FC): «Es una medida estimativa del coste en euros de la acción correctora propuesta»

Clasificación	Valor
A) Más de 50.000	10
B) 25.000 a 50.000	6
C) 10.000 a 25.000	4
D) 1.000 a 10.000	3
E) 100 a 1.000	2
F) 25 a 100	1
G) Menos de 25	0,5

- Grado de Corrección (GC): «Grado en que será disminuido el riesgo»

Clasificación	Valor
A) Riesgo completamente eliminado100%	1
B) Riesgo reducido al menos 75%	2
C) Riesgo reducido del 50% al 75%	3
D) Riesgo reducido del 25% al 50%	4
E) Ligera reducción menos del 25%	6

Para utilizar la fórmula y determinar si un gasto propuesto está justificado, se sustituyen los valores y se obtiene un valor numérico. En principio, el valor deberá ser superior a 10, para que la medida fuese justificada. A este valor se le denomina «índice de justificación» o rendimiento de la inversión propuesta, y cuanto más alto sea este índice, mayor interés tiene la medida preventiva a que se refiere.

En cuanto a la escala de valoración del índice o factor de justificación, se propone la siguiente:

Escala de valoración del índice de justificación

Factor I.J. (usando €)	**Comentario**
I.J. < 10	Inversión de dudosa justificación (escasa reducción del riesgos)
I.J. 10 a 20	Inversión normalmente justificada
I.J. > 20	Inversión de alto valor para reducir el riesgo

Así pues, entre varias alternativas de inversión para la prevención, la dirección de la empresa podrá elegir aquéllas que presentan unos índices más altos. Constituye pues, una herramienta valiosa de selección o valoración de inversiones en materia de prevención, fácilmente aplicable en la práctica.

El inconveniente encontrado en este método es que no permite comparar la conveniencia de las inversiones en prevención con el resto de inversiones de la empresa, ya que es un índice exclusivamente aplicable al campo de la seguridad y salud laboral. Esto llevaría a intentar aplicar a las inversiones en prevención, los métodos de cálculo de la rentabilidad de las inversiones que utilizan las empresas en la actualidad.

SEGUIMIENTO DE LA PLANIFICACIÓN Y CONTROL DE RESULTADOS

El control es la función que permite apreciar regulara el trabajo tanto en progresión como acabado. Resulta evidente que es el artífice del perfeccionamiento y de la mejora de todas las anteriores funciones.

Los mismos indicadores a los que se ha hecho referencia, permiten el seguimiento del plan ya que inicialmente se han fijado unos estándares o niveles de referencia. Lo que está previsto que pueda conseguirse para aspecto concreto, serían los objetivos. Posteriormente se debe conocer lo que se ha realizado realmente, midiéndolo o evaluándolo. Los sistemas de diagnóstico permiten saber lo que se ha puesto en práctica del programa en el centro de trabajo. La última fase será la corrección de cada situación, una vez conocido el resultado desfavorable en su caso, o el refuerzo de comportamientos con resultados favorables.

La organización específica de prevención es la pieza clave para ejercer este seguimiento y control y a su vez, difundir los datos oportunos a todos los niveles de empresa,. La propia dirección debe estar puntual y perfectamente informada de los logros alcanzados en relación con los objetivos previstos.

El hecho de que las funciones y responsabilidades, por lo tanto también los poderes, en materia de prevención de riesgos laborales sean asignados a los mandos y que las actividades sean organizadas al más alto nivel, no exime a la dirección de su responsabilidad, que incluso legalmente le corresponde, de controlar la correcta ejecución de las tareas que se ha previsto a través del programa propuesto.

El contenido del programa y los cometidos específicos con los que se ha implicado a todas la línea de producción, así como los logros paulatinos, deben ser difundidos tanto entre los mandos como entre los propios trabajadores. A los primeros, porque si los resultados son positivos, se convertirán en un incentivo que actuará a modo de refuerzo positivo y, en caso de no serlo, podrán ser mejorados a través de estudios comparativos de resultados por secciones, de los que sin duda podrá sacar conclusiones, que favorecerán la continuación del programa. También es importante que la difusión del mismo, llegue a los trabajadores de forma adecuada, dado que sin duda favorecerán su actitud, al conocer que la dirección y sus mandos se preocupan a fondo de su seguridad y salud laboral.

No obstante, para que la integración de la prevención en el funcionamiento de la empresa se convierta en una realidad eficaz, hace falta una cierta dosis de perseverancia, debiéndose asumir por parte de todos los trabajadores de la empresa, sean cuales fueren sus niveles jerárquicos, que la prevención es efectiva y realmente un objetivo de empresa y constaten a la vez que se hacen todos los esfuerzos para conseguirlo.

BIBLIOGRAFÍA

AREVALO BARROSO, A.; DEL CATILLO PÉREZ, J. J. y OLMOS PÉREZ, A.: «Perspectivas y tendencias de la Seguridad en el trabajo». Sesión de actualización en VIII Congreso Nacional de Medicina, Higiene y Seguridad en el Trabajo. Zaragoza, 1977.

ALFONSO LÓPEZ, A. et al.: «Manual de Seguridad ene. trabajo». Editorial MAPFRE. Madrid, 1992.

BASELGA MONTE, M.: Seguridad ene. Trabajo». Instituto nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. Madrid, 1984.

BESTRATEN BELLOVI, M.: «Gestión y Evaluación de Programas de Prevención Integrada». Curso Pre-Congreso XI Congreso Nacional Medicina, Higiene y Seguridad. Madrid, 1989.

BURRIEL LUNA, G.: «Sistemas de gestión de riesgos laborales e industriales». Editorial MAPFRE. Madrid, 1997.

CIAS: «Manual de Prevención para Operaciones Industriales». Editorial MAPFRE. Madrid 1977.

DE MONTOLIU GILI, A.: «Organización de la seguridad en el trabajo y técnicas complementarias». ENHER, S.A. Barcelona, 1993.

DONALISIO, R. «Confección de mapas de riesgos en la Compañía Metropolita de Madrid. Propuesta metodológica». Madrid, 1985.

FERRARI ALBERT, J.: «Metodología para l Elaboración de Mapas de Riesgos a nivel Empresa». Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. *Documentos Técnicos*, 46:88. Madrid, 1988.

FINE, W. T.: «Mathematical Evaluations for Controllin Hazards Select Reading in Safety». Widner, T. Joanne. Academy Macon. *Academic Press*Internat. Safety. Georgia, 1973.

Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo: «Metodología para la elaboración de Mapas de Riesgos». Ministerio de Trabajo y Seguridad Social. Madrid, 1987.

MAÑAS LAHOZ, J. L.: «Seguridad Básica en la Industria Química y Petrolera». Asepeyo, Barcelona 1979

MARTÍNEZ MARTÍNEZ, m. a.: «Criterios Económicos en la Inversión en Seguridad». MAPFRE Seguridad, 1991; 41:3-9.

MILANACCIO, A. y RICOLFI, L.: «Prototipo di Manuale per la recerca ed il controll permanente dei rischi e dei danni da lavoro». *Medicina de Lavoratori.* Roma, 1976; III (5-6):462-516.

OLMOS PÉREZ, A.: «Perspectivas y Tendencias en Seguridad en el Trabajo». Servicio Social de Seguridad e Higiene. VIII Congreso Nacional de Medicina, Higiene y Seguridad. Zaragoza, 1977.

PARRA LUNA, F.: «Balance social y progreso empresarial». Ed. Cirde, S.A. Madrid, 1980.

RODELLLAR LISA, A.: «Seguridad e Higiene en el Trabajo». Ed. Boixareu Coleccion Productica. Barcelona, 1988.

SADGROVE, K.: «La Gestión del Riesgo en la Empresa». AENOS. Madrid, 2000.

SALGUEIRO, A.: «Planificación: El arte de establecer Objetivos». AENOR. Madrid, 1998.

SAN FELIX, D.: «Economía de la Seguridad e Higiene en el Trabajo». Instituto Nacional de Seguridad e Higiene. Barcelona, 1989.

SAN FELIX, D.: «Auditorias de Condiciones de Trabajo». Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. Barcelona, 1989.

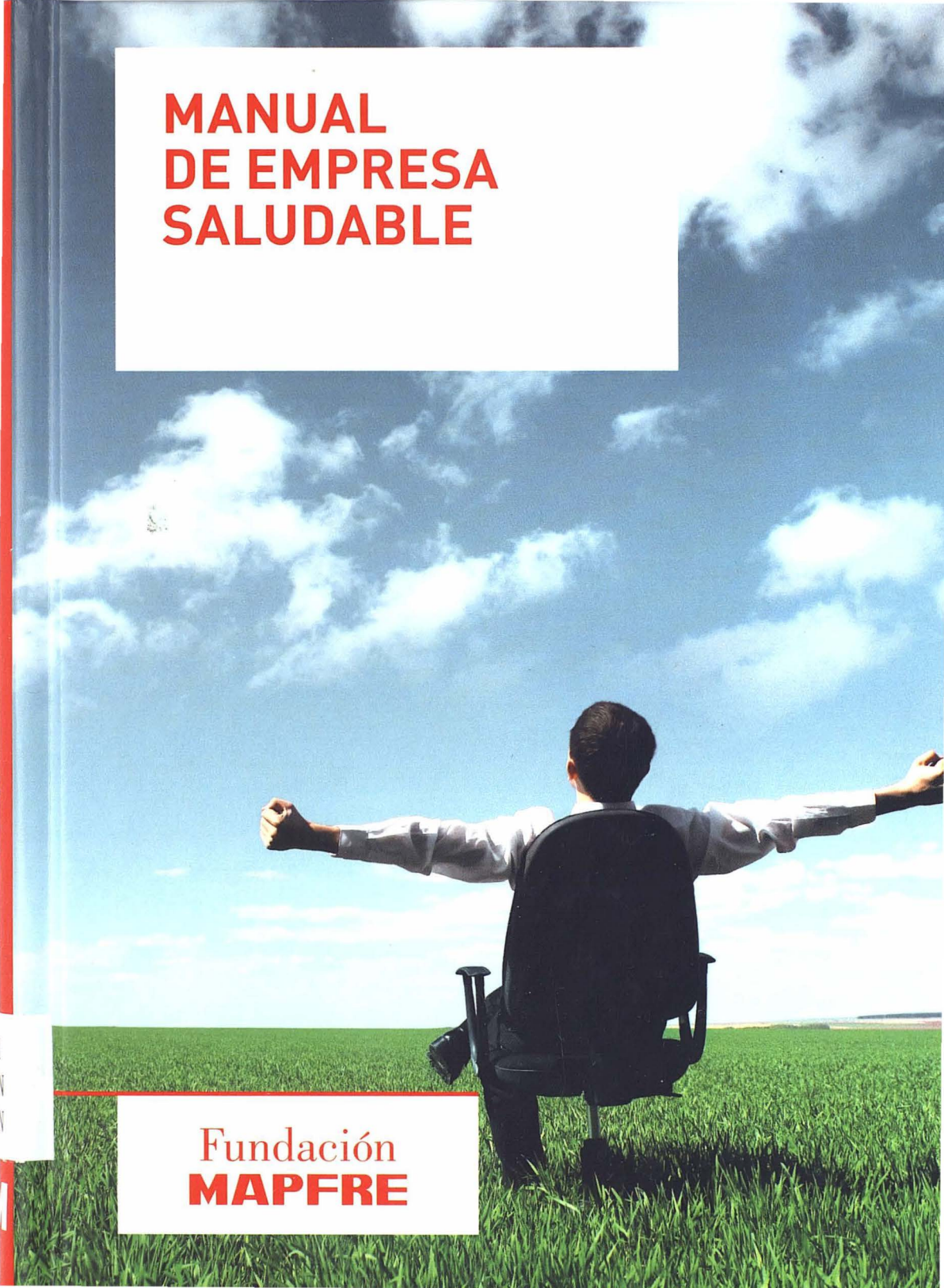
FUNDACIÓN**MAPFRE**

www.fundacionmapfre.com
Pº Recoletos, 23
28004 Madrid

ISBN: 978-84-9844-250-2



MANUAL DE EMPRESA SALUDABLE



Fundación MAPFRE

R.057991

MANUAL DE EMPRESA SALUDABLE

MAPFRE
CENTRO
DE
DOCUMENTACION

Fundación
MAPFRE

Fundación MAPFRE no se hace responsable del contenido de esta obra, ni el hecho de publicarla implica conformidad o identificación con las opiniones vertidas en ella.

Se autoriza la reproducción parcial de la información contenida en este manual siempre que se cite su procedencia.

Foto de cubierta: ThinkStock
Maquetación e impresión: Edipack Gráfico
Edición de textos: Miriam López

© De los textos: sus autores
© De esta edición:
2016, Fundación MAPFRE
Paseo de Recoletos, 23
28004 Madrid
www.fundacionmapfre.org
Tel.: 91 581 23 39

ISBN: 978-84-9844-587-9
Depósito Legal: M-5758-2016

Reservados todos los derechos. Está prohibido reproducir o transmitir esta publicación, total o parcialmente, por cualquier medio, sin la autorización expresa de los editores, bajo las sanciones establecidas en las leyes.

PRESENTACIÓN

Desde Fundación MAPFRE hemos trabajado en la difusión y generación de conocimiento en seguridad y salud laboral desde su creación en el año 1975. Fuimos pioneros en España, con profesionales dedicados a la prevención de riesgos años antes de la creación de la categoría profesional de Técnico de Prevención. También, anteriormente a la publicación de la Ley 31/1995, de Prevención de Riesgos Laborales, pusimos en marcha programas formativos como el Máster en Seguridad Integral, que contemplaba todos estos aspectos. Fuimos, asimismo, pioneros en Latinoamérica, sembrando el germen de la seguridad y salud ocupacional al otro lado del Atlántico a principios de los años ochenta.

En paralelo a nuestras acciones de fomento de la investigación y formación, desarrollamos una intensa actividad editorial, con la publicación de la revista *MAPFRE Seguridad* en el año 1981, y de diversas monografías que han sido referencia para muchos profesionales de la prevención y la salud laboral, como los manuales de seguridad en el trabajo, el de higiene industrial y el de ergonomía, que hemos actualizado recientemente a su segunda edición.

La seguridad laboral ha evolucionado mucho en los últimos años, avanzando hacia otros aspectos más allá del mero cumplimiento de las disposiciones legales. Los departamentos de prevención y los organismos públicos están poniendo cada vez más atención al cuidado de la salud del trabajador de forma integral, más allá del lugar de trabajo. El concepto de que no hay dos o tres "saludes" distintas, sino de que esta es única, parece estar calando en las organizaciones.

Es por ello que en los últimos años se están desarrollando las intervenciones en materia de promoción de la salud en y desde la empresa, en lo que se han llamado entornos de trabajo o empresas saludables. Existen evidencias muy claras del impacto de estas acciones no solo en la salud y calidad de vida de los trabajadores, sino también en la mejora de la competitividad de las empresas y de su supervivencia, en entornos tan cambiantes como el actual.

Como en ocasiones anteriores, hemos querido ayudar a los profesionales que abordan intervenciones en esta materia, con la edición de este *Manual de empresa saludable*, que aporta contenidos técnicos basados en la evidencia científica y las últimas tendencias. Queremos que este manual contribuya a mejorar la organización de programas de salud en la empresa que tengan en cuenta actuaciones a todos los niveles, tanto individual como organizativo y del entorno social.

Queremos agradecer muy especialmente a todos los especialistas que han participado en la elaboración de este manual y, como no, a todos los profesionales que día a día consiguen que nuestra salud mejore en todos los ámbitos. Juntos podemos conseguirlo.

Antonio Guzmán Córdoba
Director
Área de Promoción de la Salud
Fundación MAPFRE

ÍNDICE

1. Las enfermedades del siglo XXI

1.1. **Tendencias demográficas y esperanza de vida con salud**
María del Mar Pardos Ordovás 13

1.2. **Evolución de las enfermedades**
María del Mar Pardos Ordovás 23

1.3. **Las enfermedades crónicas**
Fernando J. Rosado Martín 33

1.4. **Enfermedades de origen psicosocial**
José Manuel Álvarez Zárate 53

1.5. **Abuso de sustancias adictivas**
Antonio Meléndez López 57

2. Principios de una vida saludable

2.1. **Concepto de salud**
Antonio Moreno Villena 71

2.2. **Los pilares del bienestar social. El Estado de bienestar**
Javier Gracia Rivera. 91

2.3. **Estrategias para mejorar la calidad de vida: envejecimiento activo**
Antonio Moreno Villena. 101

2.4. **Determinación de la forma física**
José Carlos Ramos Ciuró 115

2.5. **Ejercicio físico**
José Carlos Ramos Ciuró 129

2.6. **Alimentación saludable**
Michèle Doporto Haigh 143

2.7. **Actividades de la vida diaria**
Mercedes García Gregorio 155

3. Empresa promotora de salud / empresa saludable: la salud integral en la empresa
Francisco Javier Doñas Beleña

3.1. **Definición, concepto y aplicabilidad** 173

3.2. **Protección y promoción de la salud: OMS, OIT y ENWHP** 179

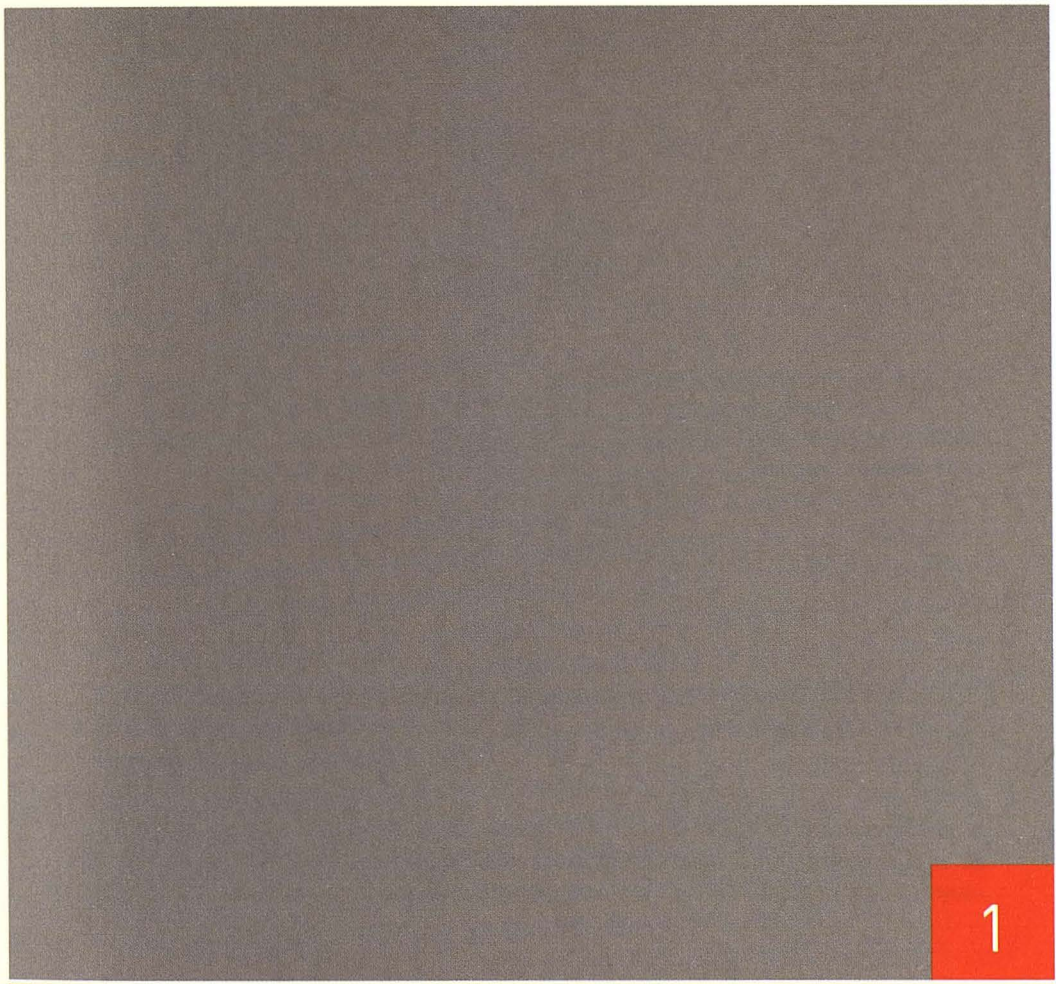
3.3. **Establecimiento de una política de empresa saludable y promotora de salud: núcleo principal y origen necesario** 183
3.4. **Puntos clave del enfoque de los modelos OMS-ENWHP** 191

4. Seguridad y salud en el trabajo
4.1. **Principios, objetivos y políticas**
José Manuel Álvarez Zárate 199
4.2. **Daños a la salud. Absentismo y presentismo**
Luis Caballero Montanary 207
4.3. **Productividad empresarial, satisfacción y compromiso laboral**
Roberto Sánchez Caballero 221
4.4. **Seguridad y salud en el trabajo. Prevención primaria, secundaria y terciaria**
Fernando J. Rosado Martín. 229
4.5. **Funciones y responsabilidades. La integración en el sistema general de gestión de la empresa**
José Manuel Álvarez Zárate 245
4.6. **Espacios de trabajo saludables**
José Manuel Álvarez Zárate 255
4.7. **La ergonomía en el lugar de trabajo. Diseño para todos**
Juan Carlos Tena Minguillán 261
4.8. **Seguridad vial y movilidad**
Gabriel Rodríguez del Río 273

5. Los factores psicosociales en el trabajo
José Manuel Álvarez Zárate
5.1. **Definición e importancia** 285
5.2. **El estrés** 289
5.3. **La violencia en el trabajo. Acoso laboral y acoso sexual** 297
5.4. **Inseguridad contractual** 303
5.5. **El *burnout* o desgaste profesional** 307
5.6. **Conflictos familia-trabajo** 311
5.7. **Posibles deficiencias en la organización. Cómo identificarlas y abordarlas** 315
5.8. **La persona como foco de la actuación preventiva** 323
5.9. **Prevención terciaria** 327

6. Recursos de salud
6.1. **Definición de los recursos de salud: salud laboral, extralaboral y comunitaria**
José Manuel Gómez López 331
6.2. **Salud integral y promoción de la salud en el lugar de trabajo: dos vías hacia un único fin**
Natalia Venero Galindo y Jesús José Otones Pérez 341
6.3. **Definición y establecimiento de estrategias, programas y campañas en una empresa promotora de salud o empresa saludable: importancia del modelo epidemiológico**
Gema Mancebo Espinosa 357
6.4. **Las capacidades funcionales y los hábitos de vida como factores correctores o compensadores del envejecimiento**
José Antonio Díaz García 369
6.5. **La vigilancia de la salud como parte esencial de las acciones de una empresa promotora de salud**
Alejandro Flaquer Ayala 383

7. Participación de la empresa en la comunidad
7.1. **Contribución de las empresas a la salud y seguridad de la comunidad. Áreas de interés compartido**
Sara Díaz González 399
7.2. **Principio de responsabilidad social empresarial**
Sara Díaz González 405
7.3. **Políticas de contratación y de subcontratación**
Marta Veracruz Mas 415
7.4. **Política medioambiental**
Beatriz Ramos Alonso 425
7.5. **Posibles acciones desde la empresa hacia la comunidad**
M.ª Isabel del Mazo y Nayra del Mar Baños 439
7.6. **Conciliación y relaciones como elementos de acción hacia la salud**
Sara Díaz González 459
7.7. **Empresa familiarmente responsable**
José Manuel Álvarez Zárate 469
7.8. **La empresa como núcleo promotor de la salud en la comunidad**
M.ª Pilar Vega Ramiro 475



1

LAS ENFERMEDADES DEL SIGLO XXI

1.1. TENDENCIAS DEMOGRÁFICAS Y ESPERANZA DE VIDA CON SALUD

María del Mar Pardos Ordovás
Doctora en Medicina y Cirugía.
Especialista en Medicina del Trabajo.
Instituto de Ergonomía

Resumen

La prolongación de la esperanza de vida al nacer y el descenso de la natalidad, con el consiguiente envejecimiento de la población, constituyen las tendencias demográficas más recientes.

La disminución simultánea de la natalidad y de la mortalidad ha modificado el perfil de la pirámide de población, con un incremento en la población de más de 65 años, lo que lleva a reconsiderar la importancia y el tipo de patologías a prevenir mediante la adopción de hábitos más saludables.

Este capítulo aborda una reflexión sobre la repercusión del nuevo panorama demográfico, lo que plantea nuevos retos en el campo de actuación de las empresas, en las que deberán producirse cambios para adaptarse a las características de una población senescente.

1. Introducción

Actualmente viven en el planeta unos 7.300 millones de personas, y según la ONU, en 2100 se podría llegar a 11.200 millones. No obstante, un número cada vez mayor de países ven estancarse o, incluso, reducir su población. La principal causa de este descenso es el envejecimiento progresivo de la población y la caída de la natalidad por debajo de la tasa de reemplazo y que el flujo migratorio apenas llega a compensar.

La esperanza de vida al nacimiento es el indicador más extendido para medir la mortalidad de una población. De manera global, para todo el mundo, la esperanza de vida en el momento del nacimiento es de 70 años. Existen diferencias notables entre países. A principios del siglo XX la esperanza de vida más alta se daba en Nueva Zelanda; a mitad de siglo, en los países escandinavos; y en la actualidad, en Japón (en el caso de las mujeres), y Japón, Suiza e Islandia (en el caso de los hombres).

En el caso de Japón, donde ha habido una disminución constante de la natalidad y un progresivo envejecimiento de la población, la esperanza de vida era de 40 años en 1900, pero después de todas las mejoras conseguidas en el campo de la salud, en 2015 ha pasado a ser la más alta del mundo, 83,4 años.

El motivo de este comportamiento demográfico, en el que unos países tienen unas tasas de crecimiento de la población mucho más elevadas, radica en la llamada Teoría de la Transición Demográfica, que explica el proceso de transformación de una sociedad preindustrial, caracterizada por unas tasas de natalidad y de mortalidad altas, a una sociedad industrial o postindustrial, con ambas tasas bajas. Es decir, se pasa de un régimen demográfico con altas tasas de natalidad y de mortalidad a otro en el que se llega a una cierta estabilidad, como resultado del control de la mortalidad mediante mejoras en las condiciones de vida, lo que conlleva un aumento de la esperanza de vida, es decir, de la media de la duración de la vida de un individuo.

Al comienzo de la historia de la especie humana, sólo un pequeño porcentaje de los nacimientos llegaba a reproducirse, el resto había fallecido antes de tener la oportunidad. Nacían "de más" para compensar la mortalidad precoz en los primeros años de vida, y así poder garantizar una reproducción mínima necesaria para que la especie no se llegase a extinguir. La fecundidad era muy superior a los dos hijos por mujer que teóricamente eran necesarios para el reemplazo generacional. Por lo tanto, se puede deducir que las pirámides poblacionales que han caracterizado la historia de la humanidad, con gran presencia de niños, escasez de adultos y presencia residual de las edades avanzadas, eran una expresión de la ineficiencia del sistema reproductivo. Con el progreso económico, llegó un momento en que se alcanzó el umbral y se rompió esta dinámica, siendo los países europeos los primeros en modificarla en el siglo XVIII.

En el proceso de transformación se diferencian varias etapas:

a) Antiguo régimen demográfico, con alta natalidad y mortalidad (tasas del 40-50%). Los motivos principales eran, más que las guerras, epidemias y hambrunas, la falta de higiene, una mala alimentación y las escasas infraestructuras sanitarias existentes. En las poblaciones se traían nuevas vidas al mundo con diferente intensidad en función de lo elevada que fuese la mortalidad. El crecimiento total de la población, en ausencia de migraciones, era escaso o nulo.

b) Transición, a partir de la mitad del siglo XVIII, con una fase inicial, en la que la mortalidad disminuye mucho (los avances en medicina reducen considerablemente la mortalidad infantil, y hay mejoras en la producción y distribución de los bienes económicos básicos como alimentación, vestido y vivienda), pero la natalidad se mantiene en niveles altos, produciéndose un crecimiento demográfico muy acelerado; y otra fase final, en la que la natalidad desciende, debido al acceso a los métodos anticonceptivos y a la incorporación de la mujer al mercado de trabajo, lo que retrasa su calendario de fecundidad, reduciéndose, por tanto, el ritmo de crecimiento poblacional.

c) Nuevo régimen demográfico, con baja mortalidad y natalidad, y con escaso o nulo crecimiento. El aumento de la supervivencia permite "ahorrar" nacimientos y mantener, pese a ello, la misma población.

Así, todos los países del mundo o han experimentado, o van a experimentar, este proceso de transformación. El diferente ritmo de crecimiento actual de cada país depende de la fase de la transición demográfica en que se encuentre.

Por lo tanto, conseguir que los que nazcan vivan más años parece ser el método más efectivo de reproducción demográfica. Aunque, en ocasiones, no es fácil conseguir la mejora de la salud de los adultos, ya que se padecen enfermedades escasamente conocidas o investigadas debido a que hasta hace poco eran pocas las personas que las padecían (por ejemplo, el caso del Alzheimer).

Otro aspecto a considerar es que el aumento de la esperanza de vida por encima de los 65 años durante la última década del siglo XX ha coincidido con el aumento de la mortalidad de los jóvenes, causada por accidentes de tráfico y enfermedades relacionadas con el consumo de drogas.

2. Tendencias demográficas

El envejecimiento demográfico y el aumento de la esperanza de vida no deben confundirse con la longevidad, siendo esta algo predeterminado por la biología de la especie, es decir, las mejoras relativas a la mortalidad resultan de evitar muertes "tempranas", pero no alteran los límites biológicos en cuanto a la duración máxima de un ser vivo. Todavía no se ha conseguido determinar un límite biológico teórico para la supervivencia, ya que conforme aumenta la duración media de la vida, se dan más casos de longevidad extraordinaria. Además, todos los estudios que han tratado de encontrar ese límite han errado en sus predicciones, las cifras propuestas siempre han sido superadas después de su publicación.

Las enfermedades cardiovasculares, el cáncer, la diabetes y las afecciones respiratorias son responsables de una gran parte de la morbilidad y la mortalidad. Por lo tanto, los factores de riesgo (tabaco, dietas poco saludables y falta de actividad física) frenan el avance en materia de esperanza de vida. El padecimiento de estas enfermedades y la discapacidad que conllevan, junto al aumento de la esperanza de vida, generan un conflicto entre la calidad de vida con la que estos años "añadidos" son vividos y vivir durante más tiempo.

Por otra parte, el aumento de la prevalencia de los trastornos mentales y las enfermedades del sistema nervioso también incide de manera negativa en la esperanza de vida, en la calidad de vida de los que las padecen y, sobre todo, en las personas que los cuidan.

La esperanza de vida al nacer indica la cantidad de años que viviría un recién nacido en el caso de que se mantengan los patrones de mortalidad vigentes en el momento de su nacimiento. El promedio mundial de la esperanza de vida de una niña nacida en 2012 es de 73 años, mientras para un niño varón es de 68 años; para un niño nacido en 1990 es de seis años menos.

La esperanza de vida de las mujeres en el pasado era más corta que la de los hombres, ya que había muchos fallecimientos por los riesgos derivados del embarazo y el parto. Pero a medida que las sociedades se han ido modernizando, la esperanza de vida femenina ha crecido más rápidamente que la masculina. En la actualidad, en cualquier parte del mundo, las mujeres viven más que los hombres. Esta diferencia puede atribuirse a factores biológicos, estilos de vida y conductas de riesgo. No obstante, esta diferencia ha ido disminuyendo en los últimos años, ya que las mujeres han ido adoptando actitudes que antes sólo estaban permitidas a los hombres (beber alcohol, fumar, trabajar fuera de casa, etc.).

A escala mundial, las mujeres representan el 55% de la población mayor de 60 años y superan en número a los hombres en unos 70 millones. Es evidente que, debido a la mayor esperanza de vida de las mujeres, su número y peso relativo en las edades avanzadas será mayor.

Tabla 1. Esperanza de vida al nacer de los hombres y las mujeres, en 2012, en los 10 países mejor clasificados (OMS, 2014)

Hombres			Mujeres		
Clasificación	País	Esperanza de vida	Clasificación	País	Esperanza de vida
1	Islandia	81,2	1	Japón	87,0
2	Suiza	80,7	2	España	85,1
3	Australia	80,5	3	Suiza	85,1
4	Israel	80,2	4	Singapur	85,1
5	Singapur	80,2	5	Italia	85,0
6	Nueva Zelanda	80,2	6	Francia	84,9
7	Italia	80,2	7	Australia	84,6
8	Japón	80,0	8	República de Corea	84,6
9	Suecia	80,0	9	Luxemburgo	84,1
10	Luxemburgo	79,7	10	Portugal	84,0

A escala mundial, la proporción de personas mayores de 60 años aumentó del 9% en 1994 al 12% en 2014. Las personas de ese grupo de edad superan ahora en número al de los menores de 5 años y se espera que alcancen el 21% en 2050 (Naciones Unidas, 2013).

En España, que es uno de los países más envejecidos de Europa, el Instituto Nacional de Estadística (INE) prevé que en el año 2020 la población mayor de 64 años no discapacitada sea del 20% (véase figura 1).

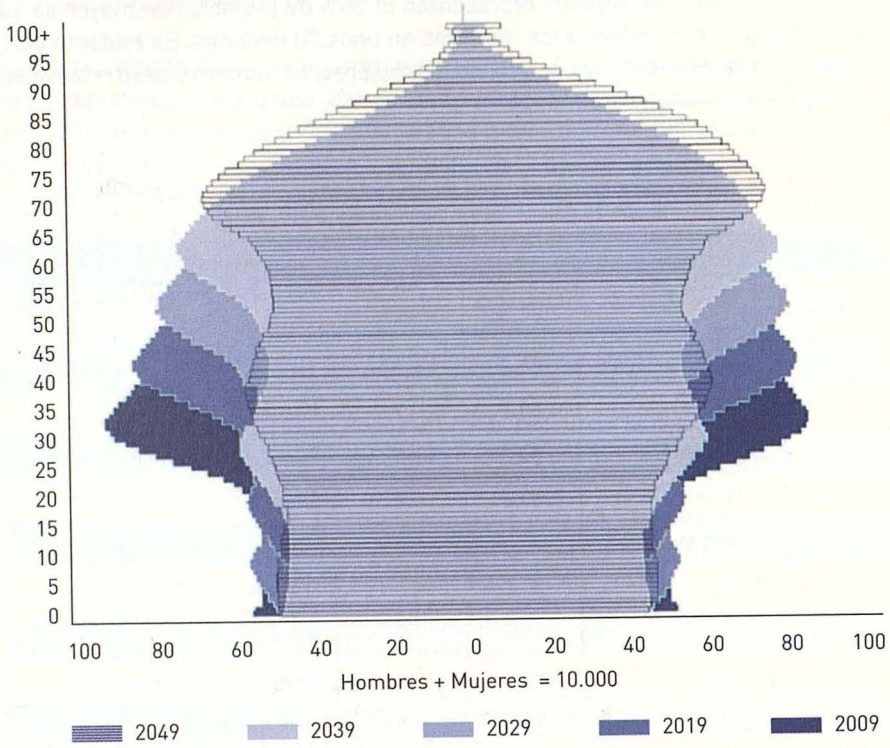


Figura 1. Pirámide de población española (proyecciones a largo plazo)

3. Impacto de la tendencia demográfica en las empresas

La población económicamente activa o fuerza laboral comprende a todas las personas de ambos sexos que pueden aportar mano de obra para la producción de bienes y servicios durante un periodo especificado de tiempo, que cada Estado fija para entrar y salir del mundo laboral. Está, por tanto, integrada por quienes están trabajando y por los desempleados.

En todo el mundo, aproximadamente el 65% de la población mayor de 15 años de edad forma parte de la fuerza laboral. Se calcula que en 2020 la cifra superará los 3.600 millones.

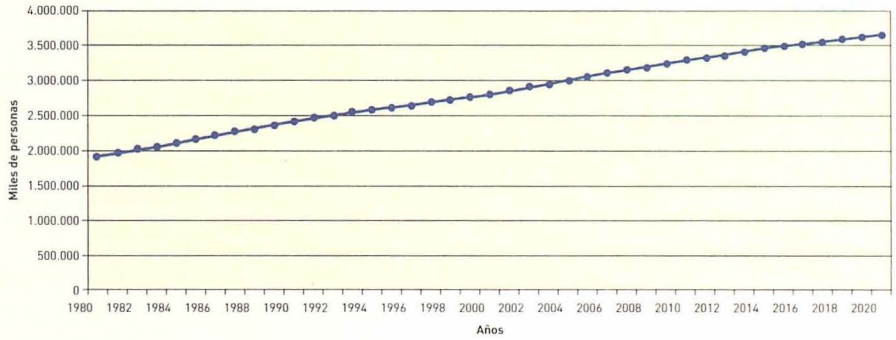


Figura 2. Estimación de la población mundial económicamente activa en miles de personas

El envejecimiento de la población inevitablemente implica que la cantidad de fuerza laboral disminuya; en las próximas décadas se espera una disminución al menos de un 10%. Esto se verá acrecentado por el incremento de las discapacidades y las jubilaciones, sobre todo las de las personas que nacieron durante la explosión de natalidad *(baby boom)* después de la Segunda Guerra Mundial (1948-1960).

Habrá que prestar especial atención a los trabajadores mayores de 55, que suelen ser los que tienen los accidentes de mayor gravedad, y también es la edad en la que empieza a haber mayor incidencia de algunas enfermedades profesionales que tardan en manifestarse, como el cáncer y las enfermedades cardiovasculares (los trabajadores más jóvenes tienden a desarrollar más alergias o enfermedades infecciosas).

Por otra parte, el proceso natural de envejecimiento causa la disminución de algunas capacidades funcionales, sobre todo sensoriales y físicas. Pero hay que tener en cuenta que los trabajadores de edad avanzada no son un grupo homogéneo, y estos cambios no son uniformes, debido a las diferencias personales en cuanto a estilo de vida, nutrición, condición física y predisposición genética a la enfermedad.

La evaluación de riesgos deberá tener en cuenta estos cambios, prestando especial atención a trabajos que impliquen mucha carga física, trabajos a turnos y puestos de trabajo expuestos a ruido, temperaturas extremas. La evaluación de riesgos deberá contemplar las exigencias del trabajo en relación con las capacidades funcionales y el estado de salud de las personas.

4. Medidas para enfrentarse al cambio demográfico

Nuestra sociedad se enfrenta a un descenso de la población laboral activa, un fuerte aumento de la esperanza de vida y un incremento en los gastos por pensiones públicas y asistencia sanitaria. Aumentar la tasa de empleo entre los trabajadores de edad avanzada será de vital importancia para promover el crecimiento económico, salvaguardar los sistemas de recaudación tributaria y garantizar unas pensiones razonables.

Ante la transición desde una industria con necesidad de realizar un trabajo físico pesado hacia una industria con mucha automatización y mecanización de las tareas, así como un sector servicios y sectores basados en el conocimiento, habrá que valorar cada vez más las capacidades y aptitudes asociadas con las personas mayores, como por ejemplo el asesoramiento.

Habrá que impulsar medidas de reintegración y rehabilitación que permitan que los trabajadores vuelvan al trabajo rápidamente tras un accidente o una enfermedad, a fin de evitar su exclusión permanente del mercado de trabajo.

Los resultados de distintos estudios muestran que es posible conseguir una mayor participación en el mercado laboral y una mayor tasa de empleo entre la población de edad avanzada si se crean las condiciones especiales de seguridad y salud en el lugar de trabajo, de organización y gestión de recursos humanos y de aprendizaje, y se ponen en marcha estrategias idóneas. El informe *Working conditions of an ageing workforce* (Viloso *et al.*, 2008) sostiene que, para intervenir y limitar la salida anticipada del mercado laboral de los trabajadores maduros, la edad clave en las medidas de prevención e intervención constituye la de aquellos que están en el tramo entre los 45 y los 54 años.

Otras soluciones propuestas (Morschhäuser, 2006) son: fomentar hábitos de vida saludables, potenciar el intercambio intergeneracional de experiencia y conocimiento entre jóvenes y mayores, tener en cuenta las circunstancias de edad en las políticas de conciliación e incentivar la tasa de natalidad, aunque esta actuación podría afectar a la igualdad entre géneros en cuanto al acceso al mercado laboral si no van acompañadas de políticas de conciliación laboral y familiar.

Disfrutando de una vida más saludable y de un trabajo con menores requerimientos físicos, es muy probable que en el futuro resulte más sencillo de lo que ha sido para nuestros mayores sobrevivir hasta edades avanzadas. Nos enfrentamos a un envejecimiento poblacional sin precedentes, con nuevos patrones de mortalidad, fecundidad y migración, por ello es fundamental el diseño de programas de promoción de hábitos de vida saludable para asegurar la productividad, motivación y bienestar en el empleo hasta una edad avanzada.

5. Bibliografía

Eurofound. *Fifth european working conditions survey.* Luxembourg. Publications Office of the European Union, 2012.

European Commission. *The 2015 Ageing report. Economic and budgetary projections for the 28 EU Member States (2013-2060).* Luxembourg. Publications Office of the European Union, 2015.

Goerlich Gisbert, F. J. *Esperanza de vida y causas de muerte: un análisis de descomposición (1975-2009).* Madrid. Fundación BBVA, 2012.

Instituto Nacional de Estadística. *Movimiento natural de la población.* Madrid. INE, 2014.

Morschhäuser, M., Söchert, R. *Healthy work in an ageing Europe. Strategies and instruments for prolonging working life.* European Network for Workplace Health Promotion, 2006. [Citado 7 septiembre 2015]. Disponible en: http://www.enwhp.org.

Naciones Unidas. *La situación demográfica en el mundo.* Nueva York, 2014.

Organización Mundial de la Salud (OMS). *Estadísticas Sanitarias Mundiales 2014.* [Citado 16 septiembre 2015] Disponible en: http://www.who.int/mediacentre/news/releases/2014/world-health-statistics-2014/es/.

Organización Mundial de la Salud (OMS). *Crear lugares de trabajo saludables y equitativos para hombres y mujeres.* Serie Protección de la salud de los trabajadores, nº 11. [Citado 12 septiembre 2015]. Disponible en: http://www.who.int/occupational_health/publications/Protecting_Workers_Health_Series_No_11.

United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division. "World Population Prospects: The 2012 revision. Highlights and advance tables". *Working Paper* No. ESA/P/WP.228. New York. United Nations, 2013. [Citado 10 septiembre 2015]. Disponible en: http://ourworldindata.org/.

Viloso, C., Di Pierro, D., Giordanengo, A., Pasqua, P., Richiardi, M. *et al. Working conditions of an ageing workforce*. Luxembourg. Office for Official Publications of the European Communities, 2008.

World Health Organization (WHO). *Global health and aging*. Geneva. WHO, 2011. [Citado 14 septiembre 2015]. Disponible en: http://www.who.int/ageing/publications/global_health.pdf.

1.2. EVOLUCIÓN DE LAS ENFERMEDADES

María del Mar Pardos Ordovás
Doctora en Medicina y Cirugía.
Especialista en Medicina del Trabajo.
Instituto de Ergonomía

Resumen

El concepto de enfermedad ha ido variando según los paradigmas dominantes en cada uno de los periodos históricos. Debido a la industrialización y a las mejoras económicas, sociales y médicas de las últimas décadas se ha producido un cambio en la incidencia y morbimortalidad de las enfermedades, así como en los factores de riesgo de las mismas. La implantación de sistemas de gestión de la salud en el trabajo contribuye significativamente a la prevención de las enfermedades relacionadas con el trabajo.

1. Evolución del concepto de enfermedad

El concepto primitivo de enfermedad tenía fundamentos mágicos o divinos. En Asiria y Babilonia la enfermedad se veía como un reproche del más allá, un castigo de los dioses y suponía la posesión por espíritus malignos. En China, los médicos propusieron una doctrina cosmológica con dos principios contrapuestos, el yin y el yan, de cuya relación de equilibrio dependían los procesos biológicos naturales. El hombre se hallaba formado por cinco elementos cósmicos: agua, tierra, fuego, madera y metal, y en su desequilibrio tiene su origen la enfermedad.

En el siglo V a. C. Hipócrates afirma que la enfermedad es causa de las realidades terrestres, y no un castigo, y que "para conocer la salud y la enfermedad, es necesario estudiar al individuo en su estado normal y en relación con el mundo en que vive, y al mismo tiempo las causas que han perturbado el equilibrio entre él y el medio exterior y social".

Galeno en el siglo II d. C. aproxima la medicina al terreno de la ciencia y describe la enfermedad como "un estado del cuerpo, contrario a su naturaleza, por el que padecen inmediatamente las funciones vitales", considerando que fuera del cuerpo no puede haber enfermedad propiamente dicha.

En el siglo IV d. C. se ve la enfermedad como una vía de acceso a la salvación eterna, y el dolor se considera o bien un castigo por los pecados cometidos, o bien una prueba a superar para poder salvarse.

A partir del siglo XVI aparece la idea de que la enfermedad puede contagiarse, y aunque todo está sometido a Dios, no actúa de modo directo, sino que necesita de los miasmas (los microbios de hoy).

El descubrimiento de la vacuna de la viruela, la consideración de la dieta equilibrada como medio de acceder a una vida sana y la preocupación por la higiene hacen que se comience a hablar de la prevención de la enfermedad.

Surge el modelo mecanicista en el que el hombre se considera como una máquina que puede ser analizada desde el punto de vista de las partes de una manera independiente, y la enfermedad es el funcionamiento defectuoso de alguna de esas partes.

En el siglo XIX, el desarrollo industrial y la desenfrenada carrera tecnológica, unido a la escasa protección sanitaria de la época, originan las grandes epidemias (tuberculosis, cólera, tifus), cobrándose un alto precio en vidas humanas, y que de forma gradual fueron perdiendo protagonismo en favor de las enfermedades infectocontagiosas crónicas (paludismo, fiebre tifoidea y enfermedades de transmisión sexual).

Después de la Segunda Guerra Mundial, hay una creciente incidencia de cáncer, enfermedades cardiovasculares y cerebrovasculares y diabetes, pero las investigaciones sobre el cáncer empiezan a ir por buen camino, las enfermedades infecciosas se combaten con antibióticos, y se puede hacer un diagnóstico precoz de ciertas enfermedades congénitas, con lo que parece que se está a punto de llegar a la total erradicación de la enfermedad.

En 1973 comienza a tomar relevancia el modelo holístico (Laframboise), y en 1974 Marc Lalonde propone que el nivel de salud está influido por cuatro grupos de determinantes: estilos de vida y conductas de salud (drogas, sedentarismo, alimentación, estrés, conducción peligrosa, mala utilización de los servicios sanitarios); la biología humana (constitución, carga genética, desarrollo y envejecimiento); el medio ambiente (contaminación física, química, biológica, psicosocial y sociocultural), y el sistema de asistencia sanitaria (mala utilización de recursos, sucesos adversos producidos por la asistencia sanitaria, listas de espera excesivas y burocratización de la asistencia).

Así pues, a la vez que persiste el modelo mecanicista, el modelo holístico concibe el organismo humano como un sistema viviente en el que sus componentes están relacionados entre sí y son interdependientes, es decir, la naturaleza de un todo es diferente a la suma de las partes y el cuerpo es considerado como un sistema dinámico integrado en otros (familiar, laboral, social...).

En la actualidad, la enfermedad, a pesar de todos los avances y en sus manifestaciones más variopintas, sigue constituyendo una de las principales fuentes de sufrimiento de la humanidad.

2. Desarrollo de las enfermedades y riesgos

En los países industrializados se ha producido un importante cambio de tendencia en los últimos cien años. Actualmente, las causas más importantes de muerte son las enfermedades cardiovasculares y las neoplasias malignas. En cambio, en los países no industrializados persisten las enfermedades transmisibles y la desnutrición como causa de morbilidad y mortalidad, observándose simultáneamente un importante aumento de la mortalidad por enfermedades no transmisibles. No obstante, la separación entre enfermedades transmisibles y no transmisibles no es tan clara. Algunas enfermedades originalmente clasificadas como no transmisibles han demostrado tener un origen infeccioso.

El control y, en ocasiones, erradicación de las enfermedades transmisibles han sido posibles gracias a los efectos de la industrialización, el desarrollo de antibióticos y vacunas, y sistemas de vigilancia epidemiológica. No obstante, el empleo indiscriminado de antibióticos ha provocado que gérmenes que causaban pocos problemas desde el punto de vista terapéutico se hayan vuelto resistentes al tratamiento.

Otro factor a tener en cuenta es la "transferencia internacional de riesgos", debido al aumento de los viajes internacionales, el comercio y la migración, lo que genera miles de contactos potencialmente infecciosos (por ejemplo, el síndrome respiratorio agudo severo y la gripe aviar). Pero la globalización va más allá de

las enfermedades y los riesgos, la posibilidad de adquirir medicamentos a través de Internet tiene importantes implicaciones para la prescripción irracional y el favorecimiento de resistencias microbianas. Además, no solamente las personas y los microbios viajan de un país a otro, también lo hacen las ideas y los estilos de vida.

Frente a los factores de riesgo tradicionales en el desarrollo de enfermedades, como por ejemplo, la alimentación inadecuada o la insalubridad del agua, emergen actualmente otros ligados a la globalización como el sobrepeso y el tabaco (véase figura 1).

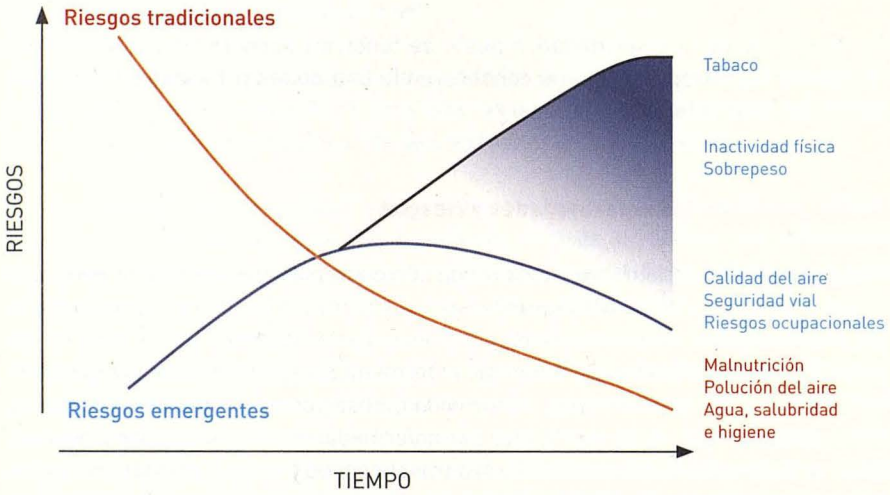


Figura 1. Evolución de los riesgos

Los riesgos se consideran emergentes cuando están causados por nuevos procesos, tecnologías, lugares de trabajo, cambios sociales u organizativos; o bien eran ya conocidos pero se consideran como nuevos riesgos debido a descubrimientos científicos o a un cambio en su percepción.

Así, los riesgos clásicos no dejan de existir, pero están siendo relegados a un segundo plano. Algunos de los riesgos emergentes suelen estar vinculados a estilos de vida y conductas inadecuadas (consumo de tabaco, alcohol, sedentarismo, dietas peligrosas, estrés, ansiedad, etc.), y se empiezan a equiparar en gravedad a los riesgos clásicos.

En las últimas décadas se ha ido cambiando de las intervenciones terapéuticas a la "gerencia preventiva del riesgo", constituyendo un aliado en las nuevas estrategias de promoción de la salud. La prevención se transforma en la anticipación de una probable aparición de enfermedades o comportamientos desviados que deben ser minimizados, y de comportamientos saludables que deben ser maximizados; así, no se trata tanto de crear estrategias de protección contra situaciones concretas, sino de prever y anticipar la aparición de conductas indeseables. Aparece una nueva percepción sobre los riesgos, y se empieza a considerar que la prevención está en manos del individuo (por ejemplo, podría controlar el estrés o los niveles de colesterol).

3. Evolución de las enfermedades relacionadas con el trabajo y riesgos emergentes en el trabajo

Las enfermedades relacionadas con el trabajo han existido desde que el hombre tuvo que enfrentarse a la supervivencia diaria. Sobre las civilizaciones antiguas, de la que más información documentada se dispone es la egipcia. Entre las dolencias descritas destacan: la artrosis de rodilla en trabajos sedentarios, la cifosis en músicos que tocaban el arpa, la silicosis en trabajadores de canteras de granito y las alteraciones de la columna vertebral debidas al transporte de cargas.

En Roma, en los lugares como puertos, canteras, minas, propiedades agrícolas, etc., había médicos permanentes. Cabe destacar las intoxicaciones por plomo (saturnismo) debidas al uso extensivo en canalizaciones de agua y en la industria.

En la Edad Media se prestó poca atención a los efectos del trabajo sobre la salud. Se han encontrado documentadas las osteoartritis de codo debidas al uso continuado de herramientas y las intoxicaciones por monóxido de plomo contenido en las pinturas que utilizaban los monjes en los monasterios.

En el siglo XVI aparece la primera monografía sobre las enfermedades profesionales de los trabajadores de las minas y fundiciones, escrita por el suizo Paracelso, quien empezó a relacionar algunas enfermedades con el desarrollo industrial.

En el siglo XVII se empiezan a describir enfermedades derivadas del trabajo con fibras textiles (seda, cáñamo, lino...), y con mercurio en los espejeros de Murano, que Bernardino Ramazzini describiría más tarde (1700) y que constituyó el punto de inflexión a partir del cual se empieza a tener conciencia de unos enfermos muy específicos, los trabajadores. Todo esto influyó en que se pusiera la atención

en el medio laboral, en la vivienda y en la higiene, y empezaron a aparecer estudios sobre las condiciones de vida de los obreros para explicar las enfermedades y epidemias que azotaron las zonas de desarrollo industrial en Europa. Se había comenzado a entender la importancia de la calidad de las condiciones de vida para la salud y la enfermedad.

En los siglos XVIII y XIX, en Europa, se dan una serie de cambios en los procesos de producción, caracterizados por la introducción de máquinas, y los oficios artesanales van siendo reemplazados por la producción en serie. Se comienza a introducir nuevas sustancias químicas, sin considerar sus posibles efectos nocivos en los trabajadores.

En la actualidad, muchos trabajadores siguen pensando que su trabajo pone en peligro su salud. A pesar de la industrialización, los riesgos tradicionales en el lugar de trabajo persisten y el número de enfermedades relacionadas con el trabajo sigue siendo elevado, vinculándose últimamente con las nuevas tecnologías.

Según el Observatorio Europeo de Riesgos, los riesgos nuevos y emergentes en el trabajo en la Unión Europea pueden ser provocados por:

- La innovación técnica y los nuevos procesos productivos que recurren, por ejemplo, a la nanotecnología.
- El cambio social u organizativo, debido a mayores cargas de trabajo, recortes de la plantilla, la economía sumergida o la subcontratación, etc.
- La resistencia a los antibióticos, particularmente grave en los trabajadores del sector sanitario (OIT, 2010).
- Una gran cantidad de productos químicos que se utilizan en la industria y que la mayoría de ellos no han sido probados de forma conveniente.
- Las diferencias en relación con el género, en función de las exigencias físicas del trabajo, las condiciones ergonómicas y la duración de la jornada laboral.

Los principales riesgos emergentes se engloban en cuatro áreas: riesgos psicosociales, físicos, químicos y biológicos.

a) **Riesgos psicosociales:** su emergencia está relacionada con la economía globalizada y la competitividad mundial, existe una manera distinta de entender el mundo laboral, hay que adaptarse a unas nuevas condiciones de empleo, de versatilidad constante y cambian las expectativas que cada trabajador tenía en cuanto al carácter integrador que suponía en la vida el concepto de trabajo. Muchos trabajadores sienten que no tienen el tiempo necesario para poder adaptarse a estos cambios tan rápidos.

   Los problemas psicosociales que últimamente se están acentuando son el estrés laboral y la violencia física y psicológica (acoso laboral o *mobbing*). Su frecuencia es dos veces superior en los sectores de la educación y los servicios sociales y de salud. Su aparición no se debe tanto a la exposición a un riesgo específico como a un conjunto de factores (las relaciones jerárquicas, la precariedad en el empleo, los horarios irregulares, la intensificación del ritmo de trabajo, la complejidad de tareas, la sensación de inseguridad, etc.). Otro aspecto importante es el incremento de la cifra de mujeres que acceden al mercado de trabajo, lo que conlleva una incompatibilidad de horarios de trabajo con la vida familiar. Otro colectivo a considerar es el de los trabajadores inmigrantes, con sus riesgos asociados de precariedad, problemas de comunicación, acoso y discriminación que les hacen más vulnerables.

b) **Riesgos físicos:** los trastornos musculoesqueléticos constituyen los problemas de salud relacionados con el trabajo que más afectan a la población trabajadora en Europa y la primera causa de absentismo laboral. Casi el 24% de los trabajadores de la Unión Europea afirma sufrir dolor de espalda y el 22% se queja de dolores musculares.

   Otros riesgos físicos a considerar son la falta de ejercicio físico, la adopción de posturas forzadas, el estrés térmico y la exposición a radiación ultravioleta y a campos electromagnéticos.

c) **Riesgos químicos:** aunque la exposición a sustancias peligrosas suele producirse en la industria química, también se puede dar en la construcción, por el uso de disolventes y pinturas, y en la agricultura, con el uso de insecticidas, que pueden actuar como disruptores endocrinos.

   Una mención aparte merece la exposición a nanomateriales. Aunque ya se utilizaba la nanotecnología en las vidrieras de las catedrales góticas, o en las espadas de Damasco, hoy en día los científicos todavía no pueden predecir cómo los nanomateriales se comportarán y cómo afectarán a la salud, aunque ya se empieza a conocer, por ejemplo, que los nanotubos de carbono tienen un efecto similar al asbesto (Krug, 2014).

e) **Riesgos biológicos:** han surgido sectores industriales nuevos, como el del tratamiento de residuos, en los que los principales problemas de salud están causados por bioaerosoles que contienen microorganismos transmitidos por vía respiratoria, como mohos y endotoxinas, y compuestos orgánicos volátiles. También han aparecido nuevos microorganismos patógenos, como los causantes del síndrome respiratorio agudo severo, y de la gripe aviar. Y otros se han hecho resistentes debido al uso indebido de antibióticos, como *staphylococcus aureus* y *mycobacterium tuberculosis*, que pueden afectar a trabajadores sanitarios. La manipulación de residuos médicos y objetos afilados puede causar otras infecciones, como hepatitis o infección por el virus de la inmunodeficiencia humana (VIH).

4. Gestión de la salud en el trabajo

La implantación de sistemas de gestión de la seguridad y salud en el trabajo han contribuido significativamente a la prevención de las enfermedades relacionadas con el trabajo. Una buena gestión implica la reducción de los factores de riesgo y el desarrollo del bienestar del trabajador. Hay que adoptar un planteamiento que integre dimensiones físicas, morales y sociales. Es necesaria la implantación de una verdadera cultura de prevención que permita anticipar y controlar los riesgos, y que no se limite únicamente a la prevención de riesgos específicos, fomentando cambios de comportamiento entre los trabajadores. Para ello, habrá que sensibilizar a las partes interesadas e intensificar la información, formación y participación de todos los trabajadores. Los medios de comunicación como Internet, las aplicaciones *on line* y las redes sociales parecen ser más eficaces que los enfoques convencionales para llegar a los trabajadores más jóvenes.

Los programas de promoción de la salud en el lugar de trabajo son un medio efectivo de promocionar hábitos saludables. Pequeñas modificaciones de conducta pueden reducir la incidencia de enfermedades. La evidencia científica también ha demostrado su utilidad, sobre todo en lo relativo al control del tabaquismo y del consumo de alcohol, a la mejora de la alimentación y del incremento del ejercicio físico, al dolor de espalda y de otros problemas musculoesqueléticos y al control del estrés.

Por otra parte, la prevención eficaz de las enfermedades relacionadas con el trabajo requiere anticiparse a los posibles efectos negativos de los riesgos nuevos y emergentes, y, consecuentemente, facilitar una rápida implantación de las medidas preventivas adecuadas en cada caso, teniendo en cuenta que los riesgos que afectan a grupos de edad determinados, a los trabajadores con discapacidad y a las mujeres merecen especial atención y requieren medidas específicas.

Se ha comprobado que las organizaciones que invierten en la protección de la salud de sus trabajadores obtienen resultados objetivables tales como: reducción de los costes debidos al absentismo, disminución de la rotación del personal, mayor satisfacción de los clientes, incremento de la motivación, aumento de la calidad y mejor imagen de la empresa. Esos efectos positivos pueden reforzarse animando a los trabajadores, en un entorno de trabajo sano, a adoptar hábitos de vida que mejoren su estado de salud general.

5. Bibliografía

Álvarez, J. M., Pardos, M., Hueso, R. (coord.). *Manual de ergonomía y psicosociología.* Fundación MAPFRE. 2ª edición. Madrid. COLEX, 2013.

Brant-Rauf, P. W. "History of occupational medicine: relevance of Imhotep and the Edwin Smith Papyrus". *British Journal of Industrial Medicine,* 44, 1987: 68-70.

Eurofound. *Fifth european working conditions survey.* Luxembourg. Publications Office of the European Union, 2012.

Goerlich Gisbert, F. *Esperanza de vida y causas de muerte: un análisis de descomposición (1975-2009).* Madrid. Fundación BBVA, 2012.

González Pérez, U. "El concepto de calidad de vida y la evolución de los paradigmas de las ciencias de la salud". *Rev. Cubana Salud Pública,* 2002, 28(2).

Health and safety at work. Strategic Framework sets out EU objectives for 2014-2020. (Citado 16 septiembre 2015). Disponible en: http://ec.europa.eu.

Krug, H. F. "Nanosafety research-are we on the right track?". *Angew Chem Int Ed Engl.* 2014, 53(46): 12.304-12.319.

Laframboise, H. L. (1973). "Health Policy: breaking the problem down in more manageable segments". *Canadian Medical Association Journal*, 108: 388-393.

Lalonde, M. (1974). *A new perspective on the health of canadians.* Ottawa, Ontario, Canada: Information Canada.

Organización Internacional del Trabajo. *Riesgos emergentes y nuevos modelos de prevención en un mundo de trabajo en transformación.* Ginebra. OIT, 2010.

1.3. LAS ENFERMEDADES CRÓNICAS

Fernando J. Rosado Martín
Médico especialista en Medicina del Trabajo.
Sociedad de Prevención de FREMAP

Resumen

Las enfermedades no transmisibles (ENT) representan en la actualidad la principal causa de muerte a nivel mundial. Además, suponen un coste económico que supera más del 60% del gasto sanitario mundial.

Si no se toman medidas urgentemente, la creciente carga económica asociada a estas enfermedades alcanzará niveles que superarán incluso los medios con los que cuentan los países más ricos del mundo para manejarlas.

Del conjunto de patologías incluidas en la denominación de "enfermedades no transmisibles (ENT)", son las enfermedades cardiovasculares las responsables del mayor número de las defunciones por ENT (17,3 millones/año), seguidas del cáncer (7,6 millones/año), las enfermedades respiratorias (4,2 millones/año) y la diabetes (1,3 millones/año).

Son, pues, estos cuatro grupos de enfermedades los causantes del 80% de todos los fallecimientos, constituyendo hoy en día la principal amenaza para la salud de la población, previéndose, además, un incremento creciente para los próximos decenios.

En septiembre de 2011, los dirigentes mundiales, tras reconocer el devastador impacto de las ENT desde el punto de vista social, económico y de la salud pública, adoptaron una declaración política conteniendo compromisos firmes para hacer frente a la carga mundial de las ENT, encomendando a la Organización Mundial de la Salud la elaboración del Plan de Acción Mundial para la Prevención y el Control de las Enfermedades no Transmisibles.

Este plan de acción, que abarca el periodo comprendido entre 2013 y 2020, es conocido como "Plan de Acción Mundial de la OMS sobre las ENT" y sus propuestas adoptadas por la Asamblea Mundial de la Salud en el año 2013.

1. Introducción

Las enfermedades crónicas más conocidas en la actualidad, con el término de enfermedades crónicas no transmisibles (ENT), suponen hoy en día la principal causa de mortalidad mundial. Se estima que aproximadamente el 60% de las muertes totales son debidas a dichas enfermedades.

De los 57 millones de defunciones que se produjeron en 2008 en todo el mundo, 36 millones, casi las dos terceras partes, se debieron principalmente a enfermedades cardiovasculares, cáncer, diabetes y enfermedades pulmonares crónicas.

Contrariamente a lo esperado, la mayor incidencia de estas enfermedades corresponde a los países con los ingresos más bajos y alrededor de una cuarta parte de la mortalidad mundial relacionada con las ENT afecta a personas menores de 60 años.

Esto significa que las enfermedades crónicas conllevan un desafío de gran envergadura para los sistemas sanitarios. Además, supone un gasto asociado a la sanidad difícil de solucionar con un consumo de los recursos de más del 60% del gasto sanitario.

Un gran porcentaje de ENT son prevenibles. Tienen en común factores de riesgo comportamentales modificables tales como el consumo de tabaco, las dietas malsanas, la inactividad física y el uso nocivo del alcohol. Estos factores de riesgo contribuyen, además, al sobrepeso y la obesidad, a la hipertensión y la hipercolesterolemia.

Para reducir la carga y el impacto de las ENT, existen intervenciones viables y costo-efectivas, y la adopción de medidas sostenidas para prevenir los factores de riesgo y mejorar la atención de la salud puede permitir que se eviten millones de muertes.

La Organización Mundial de la Salud (OMS) invita a los Estados miembros a "desarrollar políticas centradas en el paciente para la promoción de la salud, la prevención primaria y secundaria, el tratamiento y la atención de las enfermedades crónicas, en cooperación con los responsables políticos y, especialmente, con las asociaciones de pacientes", así como a identificar e intercambiar información sobre las mejores prácticas en este ámbito, y a evaluar la incidencia, prevalencia y el impacto de este conjunto de enfermedades.

2. Definición y características de las enfermedades crónicas

Según la definición dada por la OMS, las enfermedades no transmisibles, también conocidas como enfermedades crónicas, son enfermedades que no se transmiten de persona a persona, son de larga duración y por lo general evolucionan lentamente.

Clásicamente los cuatro tipos principales de enfermedades no transmisibles son:

- Las enfermedades cardiovasculares (por ejemplo, los infartos de miocardio o accidentes cerebrovasculares).
- El cáncer.
- Las enfermedades respiratorias crónicas (por ejemplo, la neumopatía obstructiva crónica o el asma).
- La diabetes.

Las ENT representan con diferencia la causa de defunción más importante en el mundo, pues acaparan un 63% del número total de muertes anuales.

3. Datos epidemiológicos de las enfermedades no transmisibles

Las enfermedades no transmisibles son responsables del 63% de las muertes que se producen en el mundo (36 de 57 millones de muertes globales).

Las ENT afectan ya desproporcionadamente a los países de ingresos bajos y medios, donde se registran casi el 80% de las muertes por estas enfermedades (29 millones). Son la principal causa de mortalidad en todas las regiones excepto en África, pero según las estimaciones actuales en 2020 los mayores incrementos de la mortalidad por ENT corresponderán a ese continente.

Las ENT afectan a todos los grupos de edad y a todas las regiones. Estas enfermedades se suelen asociar a los grupos de edad más avanzada, pero la evidencia muestra que más de 9 millones de las muertes atribuidas a las enfermedades no transmisibles se producen en personas menores de 60 años de edad; el 90% de estas muertes "prematuras" ocurren en países de ingresos bajos y medios.

Las enfermedades cardiovasculares constituyen la mayoría de las defunciones por ENT, 17,3 millones cada año, seguidas del cáncer (7,6 millones), las enfermedades respiratorias (4,2 millones) y la diabetes (1,3 millones). Estos cuatro grupos de enfermedades son responsables de alrededor del 80% de las muertes por ENT.

3.1. ¿Qué impacto socioeconómico tienen las ENT?

Las ENT amenazan los progresos hacia los Objetivos de Desarrollo del Milenio de las Naciones Unidas. La pobreza está estrechamente relacionada con las ENT. Se prevé que el rápido aumento de estas enfermedades será un obstáculo para las iniciativas de reducción de la pobreza en los países de ingresos bajos, en particular porque dispararán los gastos familiares por atención sanitaria. Las personas vulnerables y socialmente desfavorecidas enferman más y mueren antes que las personas de mayor posición social, sobre todo porque corren un mayor riesgo de exposición a productos nocivos, como el tabaco o alimentos poco saludables, y tienen un acceso limitado a los servicios de salud.

En los entornos con pocos recursos, los costos de la atención sanitaria para las enfermedades cardiovasculares, el cáncer, la diabetes y las enfermedades pulmonares crónicas pueden agotar rápidamente los recursos de las familias y abocarlas a la pobreza. Los costos desorbitados de las ENT, en particular el a menudo prolongado y oneroso tratamiento y la desaparición del sostén de familia, están empujando a millones de personas a la pobreza cada año, sofocando el desarrollo.

Las consecuencias para las sociedades y las economías son devastadoras en todas partes, pero sobre todo entre las poblaciones pobres, vulnerables y desfavorecidas. Estas personas enferman y mueren antes que las de las sociedades más ricas.

En amplias zonas del mundo en desarrollo las enfermedades no transmisibles son detectadas tardíamente, cuando los pacientes necesitan una atención hospitalaria intensa y costosa como consecuencia de complicaciones graves o episodios agudos. La mayor parte de esa atención la pagan los pacientes directamente de su bolsillo, lo que puede traducirse en gastos médicos catastróficos.

Por todas estas razones, las ENT suponen un doble revés para el desarrollo. Año tras año causan pérdidas de miles de millones de dólares en la renta nacional y empujan a la gente por debajo del umbral de pobreza.

3.2. Impacto de las enfermedades crónicas en Europa

La epidemia rebasa ya con mucho la capacidad de los países de ingresos bajos para afrontarla. Si no se toman medidas urgentemente, la creciente carga económica asociada a estas enfermedades alcanzará niveles que superarán incluso los medios con que cuentan los países más ricos del mundo para manejarlas.

Los Estados miembros de la UE se enfrentan a cada vez más desafíos comunes debido a la creciente carga que suponen las enfermedades crónicas. Estas representan el 86% de la mortalidad en la región europea, según la OMS, lo que conlleva importantes implicaciones económicas.

Está claro que las enfermedades crónicas no transmisibles representan ahora mismo uno de los retos más importantes en los Ministerios de Salud, primero porque son una gran carga de morbimortalidad, y segundo porque representan una carga económica impresionante.

Siendo enfermedades crónicas, el tratamiento es a muy largo plazo y los sistemas de salud tienen aquí un gran desafío para sostener su coste.

Un reciente estudio publicado en la revista científica *BMJ Supportive & Palliative Care*, bajo el título "The burden of non-acute dying on society: dying of cancer and chronic disease in the European Union", ha estimado la tasa de mortalidad por cáncer y enfermedades crónicas en la Unión Europea. Aunque el estudio ha sido publicado en el ejemplar de la revista de septiembre del año 2012, los datos están tomados del año 2007. Los resultados de dicho estudio correspondiente a los 27 países de la Unión Europea han sido los siguientes:

- 480 millones de personas es el número total de fallecidos en 2007.
- 202 millones de personas murieron debido al cáncer y a enfermedades crónicas, es decir, el 42% de la cifra total de fallecidos.
- Por enfermedades cardíacas murieron el 5,7%.

- Por enfermedades respiratorias el 3%.
- Por insuficiencia hepática crónica el 1,8%.
- Por enfermedades neurológicas el 0,8%.

La conclusión del estudio es que la muerte por cáncer y enfermedades crónicas es una carga elevada para los Estados de la Unión Europea. Además, aconsejan que los responsables políticos europeos tengan en cuenta las diferencias entre unos países y otros, dentro de Europa, a la hora de desarrollar estrategias a corto y largo plazo en la atención sanitaria de la población.

4. Factores de riesgo de las enfermedades crónicas

En el año 2002, la Organización Mundial de la Salud publicó su *Informe anual sobre la salud en el mundo,* dedicado en esta ocasión a la reducción de los riesgos y a la promoción de una vida sana.

Este informe analiza en detalle un conjunto de 25 grandes riesgos evitables, aquellos de más relevancia en cuanto a su morbilidad a nivel mundial, destacando entre otros puntos el impacto de aquellos riesgos más comúnmente relacionados con las sociedades ricas, como son:

- Tabaquismo.
- Consumo excesivo de alcohol.
- Hipertensión arterial.
- Inactividad física o sedentarismo.
- Hipercolesterolemia.
- Sobrepeso-obesidad.
- Dietas no saludables.
- Altos niveles de glucosa en sangre.

Estos riesgos y las enfermedades asociadas a ellos, tradicionalmente de claro predominio en países de ingresos medios y altos, están experimentando una prevalencia cada vez mayor en el mundo en desarrollo, en donde originan una doble carga al sumarse a las enfermedades infecciosas y a otros riesgos aún sin erradicar.

En los últimos años, el tema de los factores determinantes de la salud de las poblaciones y su impacto en el desarrollo de enfermedades crónicas ha motivado una creciente preocupación en los responsables sanitarios de la mayoría de los países y organismos internacionales.

Existe un consenso entre todos los investigadores del tema en que los determinantes de la salud de las poblaciones son un conjunto de factores complejos que actúan de manera combinada determinando los niveles de salud de los individuos y de las comunidades. Se refiere a las interacciones entre características individuales, factores sociales y económicos, y entornos físicos, en estrecha relación con la distribución de la riqueza en la población.

Así, los factores de riesgo pueden ser propios de la condición biológica de cada persona (edad, sexo, grupo étnico), de las condiciones de vida (situación socioeconómica, vivienda, ocupación, escolaridad) o de los comportamientos individuales o estilos de vida (hábitos alimentarios, religión, adicciones), todos ellos determinados por el ambiente físico y por otros elementos del sistema sociocultural entre los que se cuenta el propio sistema de atención de salud (accesibilidad, calidad).

La Agencia de Salud Pública de Canadá, organismo colaborador con la OMS en políticas de prevención de enfermedades crónicas no transmisibles, distingue entre los riesgos de las personas y aquellos otros de las comunidades:

1. En las personas, es posible clasificar los factores de riesgo de la siguiente manera:
   - *Factores de riesgo básicos:* edad, sexo, nivel de educación y genética.
   - *Factores de riesgos conductuales o comportamentales:* tabaquismo, dietas malsanas, inactividad física.
   - *Factores de riesgo intermedios:* niveles altos de lípidos en la sangre, diabetes, hipertensión arterial y sobrepeso/obesidad.
2. En las comunidades, los principales factores que pueden tener un efecto en el estado de salud son los siguientes:
   - *Contexto socioeconómico:* la pobreza, el empleo y la composición de la familia.
   - *Medio ambiente:* el clima o la contaminación.

- *Cultura:* prácticas, normas y valores.
- *Urbanización:* impacto sobre la vivienda, acceso a productos y servicios.

La siguiente figura describe la relación entre los factores de riesgo, factores de riesgo intermedios y enfermedades desarrolladas.

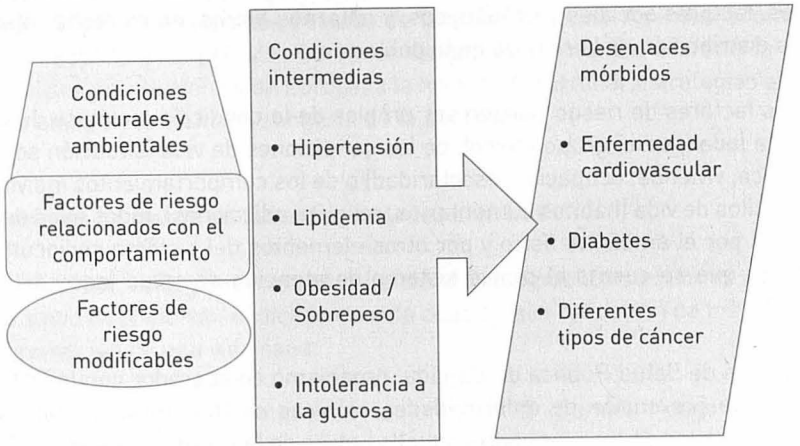


Figura 1. Relación entre factores de riesgo, factores de riesgo intermedio y desarrollo de enfermedades. (Canadá Public Agency. Centre for Cronic Deseases Prevention and Control Integrated approach to diseases, 2003)

Las enfermedades crónicas no transmisibles son el resultado de la interacción entre factores de riesgo y condiciones comunes. Aunque algunos factores de riesgo tales como edad, sexo y nuestra constitución genética son imposibles de cambiar, sí es posible modificar muchos factores de riesgo relacionados con el comportamiento, así como otros factores intermedios como la hipertensión arterial, el sobrepeso o la obesidad, la alta tasa de lípidos en la sangre y la prediabetes. Las condiciones sociales, económicas y el entorno físico jugarían un papel indirecto influyendo o condicionando nuestros comportamientos.

Los factores de riesgo comportamentales propician cambios metabólicos y/o fisiológicos (condiciones intermedias), como hipertensión arterial, sobrepeso/obesidad, hiperglucemia (niveles elevados de glucosa en sangre) e hiperlipidemia (niveles altos de lípidos en la sangre), responsables del riesgo de padecer una enfermedad crónica no transmisible.

4.1. Factores de riesgo comportamentales modificables y su relación con los factores de riesgo intermedios

El consumo de tabaco, la inactividad física, las dietas malsanas y el uso nocivo del alcohol aumentan el riesgo de la mayoría de las ENT o las causan directamente.

- El tabaco es la principal causa prevenible de muerte prematura. Es responsable de la muerte de casi seis millones de vidas cada año (más de 600 mil por la exposición al humo ajeno), y se prevé que esa cifra aumente hasta ocho millones en 2030. Fumar contribuye a la obstrucción arterial, reduce el contenido en oxígeno de la sangre y aumenta la presión arterial incrementando el riesgo de cardiopatía y accidente cerebrovascular.

- Un consumo de alcohol elevado se asocia con el padecimiento de más de 60 enfermedades agudas o crónicas. Estos incluyen cáncer, enfermedades gastrointestinales, trastornos nerviosos, enfermedades cardiovasculares (incluido el accidente cerebrovascular) y, en mujeres embarazadas, efectos negativos sobre el feto. De los 2,3 millones de muertes anuales ocasionadas por el uso nocivo del alcohol, la mitad está relacionada con el desarrollo de enfermedades crónicas no transmisibles.

- Aproximadamente 3,2 millones de defunciones anuales pueden atribuirse a una actividad física insuficiente. Hay claras evidencias de que la inactividad física y el incremento del sedentarismo causan un gran deterioro de las funciones físicas y el desarrollo de patologías comunes y severas como la enfermedad coronaria, la hipertensión arterial, la obesidad, los problemas de columna vertebral, la ansiedad y la depresión. La inactividad física, asociada a otros factores como tabaco, consumo de una dieta desordenada o el consumo excesivo de alcohol, duplica el riesgo de padecer cardiopatías y accidentes cerebrovasculares.

- Las dietas poco sanas, además de tener efectos directos sobre el riesgo de cáncer, enfermedad cardíaca coronaria y accidente cerebrovascular, también influyen en el riesgo de un gran número de comorbilidades, incluyendo hipertensión, diabetes y obesidad, que a su vez se relacionan con el riesgo de otras enfermedades crónicas. Las frutas y verduras frescas son una ingesta de fibra dietética y contienen antioxidantes, sustancias que impiden el desarrollo de obstrucciones arteriales.

4.1.1. Factores de riesgo intermedios: constituidos principalmente por los niveles altos de lípidos en la sangre, diabetes, hipertensión arterial y sobrepeso/obesidad

- La hipertensión es uno de los principales factores de riesgo para las enfermedades del corazón constituyendo un factor directamente relacionado con el riesgo de accidente cerebrovascular.

- La hipertensión arterial y la hipercolesterolemia guardan estrecha relación con el consumo excesivo de alimentos grasos, azucarados o salados. Provocan más muertes todavía cuando se conjugan con los efectos nocivos del tabaco y del consumo excesivo de alcohol.

- El peso excesivo y la obesidad dan lugar a hipertensión arterial, niveles de colesterol desfavorables y una mayor resistencia a la insulina. Aumenta el riesgo de cardiopatía coronaria, accidente cerebrovascular, diabetes y numerosas formas de cáncer.

- La diabetes aumenta el riesgo de hipertensión arterial, enfermedades coronarias y derrames cerebrales, especialmente cuando el nivel de azúcar en la sangre está mal controlado.

En términos de muertes atribuibles, el principal factor de riesgo de ENT a nivel mundial es el aumento de la presión arterial (a lo que se atribuye el 16,5% de las defunciones a nivel mundial), seguido por el consumo de tabaco (9%), el aumento de la glucosa sanguínea (6%), la inactividad física (6%), y el sobrepeso y la obesidad (5%). En los países de ingresos bajos y medios se está observando un rápido incremento del número de niños con sobrepeso.

4.2. Factores de riesgo en la comunidad

Aproximadamente 1.200 millones de personas en el mundo viven en la pobreza. Este grupo es menos saludable y tiene mayor exposición a los riesgos que los grupos económicamente favorecidos y, por tanto, son más vulnerables a las enfermedades crónicas. Pero, por otro lado, se establece un círculo vicioso, la pérdida de los ingresos, los costos del tratamiento y la marginación debido a los problemas de salud crónicos afectan negativamente el estado económico de aquellos con enfermedades crónicas.

Para comprender la relación entre la salud y la pobreza, se debe considerar una serie de factores socioambientales que son determinantes críticos del estado de salud:

- Ingreso y estatus social-gradiente social.
- Empleo y desempleo-enfermedades de trabajo.
- Desarrollo infantil saludable.
- Educación.
- Medio ambiente físico.
- Acceso a la asistencia sanitaria.
- Cultura.

El reconocimiento de todas estas condiciones y de los factores de riesgo comunes es fundamental para realizar un enfoque integrado en la prevención de las enfermedades crónicas. Esta actividad preventiva tendrá que ir dirigida no solamente al individuo, sino también a todas aquellas condiciones sociales y de vida que propician y mantienen estos patrones individuales de comportamiento.

5. Prevención de las enfermedades crónicas. Estrategias de actuación

Como ya se ha apuntado previamente en el apartado de epidemiología, las enfermedades crónicas no transmisibles son la principal causa de mortalidad en todo el mundo.

Hay dos hechos fundamentales u objetivos en torno a los cuales se definen las políticas de prevención, las estrategias y se diseñan los diferentes planes de acción tendentes a la consecución de los objetivos preventivos propuestos.

- La eliminación de los riesgos más importantes permitiría prevenir la mayoría de las ENT.

- De eliminarse los principales factores de riesgo para el padecimiento de enfermedades crónicas, se podrían prevenir cerca de tres cuartas partes de la carga atribuible a las enfermedades cardiovasculares, los accidentes cerebrovasculares y la diabetes de tipo 2, y un 40% de los casos de cáncer.

En diciembre de 2012 fue publicado en la revista *Lancet* el estudio *The Global Burden of Disease Study 2010*, en él se realiza un profundo análisis para describir la distribución global y las causas de una amplia gama de enfermedades graves, lesiones y factores de riesgo para la salud.

Según el informe, de los 57 millones de defunciones que se produjeron en todo el mundo en 2008, 36 millones, casi dos tercios del total, se debieron a las enfermedades crónicas no transmisibles y principalmente a enfermedades cardiovasculares, cáncer, diabetes y enfermedades pulmonares.

Son, pues, estos cuatro grupos de enfermedades los causantes del 80% de todos los fallecimientos por enfermedades crónicas no contagiosas, constituyendo hoy en día la principal amenaza para la salud de la población a nivel mundial, previéndose un incremento creciente para los próximos decenios.

Además, estas cuatro enfermedades comparten un conjunto de factores de riesgo comportamentales prevenibles, como son el consumo de tabaco, una vida sedentaria, el abuso de alcohol y la alimentación inadecuada.

Estos cuatro factores de riesgo comportamentales se han generalizado a nivel mundial acompañando a los cambios de estilo de vida propios del progreso, de la modernización y del desarrollo económico de las comunidades. Los principales efectos de estos factores de riesgo afectan cada vez más a comunidades de ingresos medios y bajos y especialmente en las personas más pobres de estas comunidades en las que se establece un círculo vicioso entre pobreza, exposición a factores de riesgos y padecimiento de enfermedad.

A fin de reducir el impacto de las ENT en los individuos y en la sociedad, hay que aplicar un enfoque integral del problema y promover las intervenciones más eficientes que permitan prevenirlas y controlarlas.

La principal medida para reducir las enfermedades no transmisibles consiste en reducir los factores de riesgo asociados a ellas. Hay soluciones de bajo costo para reducir los factores de riesgo modificables más comunes (principalmente, el consumo de tabaco, las dietas malsanas, la inactividad física y el uso nocivo del alcohol).

Otra opción para combatir las ENT son algunas intervenciones esenciales que pueden aplicarse a nivel asistencial primario para reforzar la detección precoz y el tratamiento oportuno.

La evidencia muestra que este tipo de actuaciones son una excelente inversión económica, dado que, si se instauran tempranamente, pueden reducir la necesidad de tratamientos más costosos. Estas medidas pueden aplicarse además en contextos con distintos niveles de recursos.

Para conseguir el máximo efecto hay que formular políticas públicas saludables que promuevan la prevención y el control de las ENT, y reorientar los sistemas de salud para que cubran las necesidades de las personas que sufren estas enfermedades.

5.1. Respuestas de la OMS: Estrategias de prevención

5.1.1. Antecedentes

Ya en el año 2000, la publicación de la Estrategia Mundial para la Prevención y el Control de las Enfermedades no Transmisibles, aprobada por la Asamblea Mundial de la Salud, se hace eco del problema epidemiológico que constituyen estas enfermedades, previniendo sobre el rápido crecimiento experimentado a nivel mundial y alertando sobre su repercusión en la mortalidad, prevalencia y costes tanto económicos como sociales.

Se insistía en la necesidad de crear estrategias de prevención específicas y en la importancia de poner en marcha programas de prevención que disminuyesen su incidencia.

En función de lo anterior, se definieron los tres objetivos principales, que siguen estando en vigor actualmente. Dichos objetivos fueron:

1. Cartografiar las epidemias emergentes de enfermedades no transmisibles y analizar los factores sociales, económicos, comportamentales y políticos determinantes de estas, con particular referencia a las poblaciones pobres y desfavorecidas, para facilitar una orientación normativa, legislativa y financiera relacionada con el establecimiento de un entorno favorable al control.

2. Reducir el nivel de exposición de los individuos y las poblaciones a los factores comunes de riesgo de ENT, como el consumo de tabaco, una dieta malsana y la falta de actividad física, y sus determinantes.

3. Intensificar la atención sanitaria dispensada a las personas con estas enfermedades elaborando normas y directrices para la realización de intervenciones eficaces con relación al costo, atribuyendo prioridad a las enfermedades cardiovasculares, el cáncer, la diabetes y las enfermedades respiratorias crónicas.

El Plan de Acción 2008-2013 de la Estrategia Mundial para la Prevención y el Control de las Enfermedades no Transmisibles de la OMS, elaborado en el año

2008, traduce en medidas concretas aquellos principios fijados en la citada Estrategia, indicando a los Estados miembros, la OMS y los asociados internacionales los pasos a seguir para el adecuado abordaje en la lucha contra las ENT en sus respectivos ámbitos de aplicación.

En este plan de acción se pone de relieve los seis objetivos claves, y para cada uno de ellos se esbozan las medidas a aplicar. Los objetivos establecidos fueron los siguientes:

- Elevar la prioridad acordada a las enfermedades no transmisibles en el marco de las actividades de desarrollo en los planos mundial y nacional e integrar la prevención y el control de estas enfermedades en la política de todos los departamentos gubernamentales.

- Establecer y fortalecer el desarrollo de políticas y planes nacionales de prevención y control de las enfermedades no transmisibles.

- Fomentar intervenciones que reduzcan los principales factores de riesgo comunes modificables: consumo de tabaco, dieta malsana, inactividad física y uso nocivo del alcohol.

- Impulsar las investigaciones en materia de prevención y control de las enfermedades no transmisibles.

- Realizar un seguimiento de las ENT y sus determinantes y evaluar los progresos en los ámbitos nacional, regional y mundial.

En relación con los objetivos señalados, en estos últimos años hemos sido testigos de importantes avances a nivel global tanto con nuevas políticas e iniciativas en la lucha contra estas enfermedades, como con medidas específicas encaminadas a reducir los factores de riesgo asociados. Las principales medidas han sido:

- La aplicación de las establecidas en el Convenio Marco de la OMS para el Control del Tabaco.

- La Estrategia Mundial de la OMS sobre Régimen Alimentario, Actividad Física y Salud.

- La Estrategia Mundial de la OMS para Reducir el Uso Nocivo del Alcohol.

En abril de 2011 se presentó el *Informe sobre la situación mundial de las enfermedades no transmisibles 2010,* con el que se da cumplimiento al sexto punto del Plan de Acción 2008-2013. El citado informe, dirigido a responsables de las formulaciones de políticas sanitarias, funcionarios de salud de los diferentes Estados miembros y de las estructuras de la OMS, pretendía:

- Proporcionar a los países una referencia inicial acerca de la situación actual de las enfermedades no transmisibles y de sus factores de riesgo.

- Ofrecer el panorama de las medidas adoptadas por los países para el abordaje de las ENT incluyendo políticas, planes, infraestructuras de vigilancia e intervenciones a nivel individual y poblacional.

- Difundir una visión compartida y una guía para la prevención y control de las enfermedades no compartidas.

Es el primer informe mundial sobre el estado de estas enfermedades y los métodos para trazar el mapa de la epidemia. En él se ofrece una descripción detallada a nivel mundial de las ENT, de sus factores de riesgo y de sus determinantes; subraya las oportunidades para hacer frente a la epidemia en todos sus entornos mediante un enfoque amplio que incluye la vigilancia de estas enfermedades, la prevención poblacional, el fortalecimiento de la atención de salud y la capacidad de los países para responder a la epidemia. Viene a recalcar la necesidad de una acción intensiva en cada uno de los tres objetivos definidos en la Estrategia Mundial para la Prevención y el Control de Enfermedades no Transmisibles.

Este informe fue presentado justamente antes de la reunión de alto nivel celebrada en Naciones Unidas, en septiembre de 2011, para examinar la prevención y el control de las enfermedades no transmisibles, con asistencia de los jefes de Estado y representantes de gobiernos de los diferentes países.

5.1.2. Estado actual

La reunión de alto nivel de la Asamblea General de las Naciones Unidas sobre la prevención y el control de las enfermedades no transmisibles, celebrada en Nueva York en septiembre de 2011, ha supuesto un acontecimiento de gran importancia en el futuro de la lucha contra las ENT; en ella, la Asamblea General de las Naciones Unidas adoptó la Resolución 66/2 relativa a la Declaración Política de la reunión de alto nivel de la Asamblea General sobre la prevención y el control

Tabla 1. Proyecto de Plan de Acción para la Prevención y el Control de las Enfermedades no Transmisibles 2013-2020

Visión: Un mundo libre de la carga evitable de enfermedades no transmisibles.
Objetivo: Reducir la carga prevenible y evitable de morbilidad, mortalidad y discapacidad debidas a las enfermedades no transmisibles mediante la colaboración y la cooperación multisectoriales en el ámbito nacional, regional y mundial, de modo que las poblaciones alcancen el grado más alto posible de salud y productividad a todas las edades y esas enfermedades dejen de suponer un obstáculo para el desarrollo socioeconómico.
Principios generales: • Consideración de todo el ciclo de vida • Empoderamiento de las personas y las comunidades • Estrategias basadas en evidencias • Cobertura sanitaria universal • Gestión de los conflictos de intereses reales, percibidos o potenciales • Derechos humanos • Equidad • Acción nacional, cooperación y solidaridad internacionales • Acción multisectorial
Objetivos
1. Otorgar más prioridad a la prevención y el control de las enfermedades no transmisibles en las agendas mundial, regional y nacional, y en los objetivos de desarrollo acordados internacionalmente, mediante el fortalecimiento de la promoción y la cooperación internacional. 2. Reforzar la capacidad, el liderazgo, la gobernanza, la acción multisectorial y las alianzas para acelerar la respuesta de los países en materia de prevención y control de ENT. 3. Reducir la exposición a factores de riesgo modificables de las enfermedades no transmisibles y los determinantes sociales subyacentes mediante la creación de entornos que fomenten la salud. 4. Fortalecer y reorientar los sistemas de salud para abordar la prevención y el control de las enfermedades transmisibles y los determinantes sociales subyacentes mediante una atención primaria centrada en las personas y la cobertura universal. 5. Fomentar y apoyar la capacidad nacional de investigación y desarrollo de calidad en relación con la prevención y el control de las enfermedades no transmisibles. 6. Vigilar la evolución y los determinantes de las ENT y evaluar los progresos hacia su prevención y control.
Metas mundiales de aplicación voluntaria
1. Reducción relativa del riesgo de mortalidad prematura por enfermedades cardiovasculares, cáncer, diabetes o enfermedades respiratorias crónicas en un 25%. 2. Reducción relativa del uso nocivo del alcohol en al menos un 10%, según proceda, en el contexto nacional. 3. Reducción relativa de la prevalencia de actividad física insuficiente en un 10%. 4. Reducción relativa de la ingesta poblacional media de sal o sodio en un 30%. 5. Reducción relativa de la prevalencia del consumo actual de tabaco en un 30% en las personas de 15 años o más. 6. Reducción relativa de la prevalencia de hipertensión en un 25%, o contención de la prevalencia de hipertensión, en función de las circunstancias del país. 7. Detención del aumento de la diabetes y la obesidad. 8. Tratamiento farmacológico y asesoramiento (incluido el control de la glucemia) de al menos un 50% de las personas que lo necesitan para prevenir ataques cardiacos y accidentes cerebrovasculares. 9. 80% de disponibilidad de tecnologías básicas y medicamentos esenciales asequibles, incluidos los genéricos, necesarios para tratar las principales enfermedades no transmisibles, en centros tanto públicos como privados.

6. Bibliografía

Álvarez Alva, Rafael; Kuri Morales, Pablo A. *Salud pública y medicina preventiva.* 4ª Edición. México. Ediciones Manual Moderno, 2012.

Barceló, A., Luciani, S.; Agurto, I., Orduñez, P., Tasca, R., Sued, O. *Mejora de los cuidados crónicos a través de las redes integradas de servicios de salud.* Organización Panamericana de la Salud. Washington, D.C., 2012.

Barragan, H. L., Moiso, A., Mestorino, M.ª A., Ojea, O. A. *Enfermedades crónicas no transmisibles: el desafío del siglo XXI. Fundamentos de salud pública.* Argentina. Editorial La Plata, 2007, capítulo 10: 265-290.

Lim SS, Vos T; Flaxman AD; Danaei G; Shibuya K; Adair-Rohani H *et al. A comparative risk assessment of burden of disease and injury attributable to 67 risk factors and risk factor clusters in 21 regions, 1990-2010: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2010.* Lancet, 2012, 380: 2.224-2.260.

Organización Mundial de la Salud (OMS). *Informe sobre la salud en el mundo; Reducir los riesgos y promover una vida sana.* Ginebra, 2002.

Organización Mundial de la Salud (OMS). *Estadísticas sanitarias mundiales.* Ginebra, 2012.

Organización Mundial de la Salud (OMS). *Prevención y control de las enfermedades no transmisibles: actividades complementarias de la Reunión de Alto Nivel de la Asamblea General de las Naciones Unidas sobre la Prevención y el Control de las Enfermedades No Transmisibles.* 130ª reunión. Ginebra, enero de 2012.

Organización Mundial de la Salud (OMS). *Marco mundial de vigilancia integral, con inclusión de indicadores y un conjunto de objetivos mundiales de aplicación voluntaria para prevenir y controlar las enfermedades no transmisibles.* Documento de debate revisado de la OMS. Ginebra, 2012. http://www.who.int/about/copyright/es/index.html.

Organización Mundial de la Salud (OMS). *Proyecto de marco mundial de vigilancia integral y metas para la prevención y el control de las enfermedades no transmisibles.* Reunión oficial de Estados miembros para ultimar los trabajos relativos al marco mundial de vigilancia integral, incluidos un conjunto de indicadores y un conjunto de metas mundiales de aplicación voluntaria para prevenir y controlar las enfermedades no transmisibles. 66ª Asamblea Mundial de la Salud. Ginebra, marzo de 2013.

Organización Mundial de la Salud (OMS). *Proyecto de Plan de Acción para la Prevención y el Control de las Enfermedades no Transmisibles 2013-2020.* Informe de la secretaría. 66ª Asamblea Mundial de la Salud. Ginebra, mayo de 2013.

Piédrola Gil, Gonzalo. *Medicina preventiva y salud pública.* 11ª Edición. Barcelona. Editorial Masson, 2008.

1.4. LAS ENFERMEDADES DE ORIGEN PSICOSOCIAL

José Manuel Álvarez Zárate
Director del Instituto de Ergonomía

Resumen

Según las diferentes encuestas europeas sobre condiciones de trabajo, muchos de los problemas de salud que afectan a los trabajadores están en cierta forma relacionados con los riesgos psicosociales. Es el caso del dolor de espalda (25%), los dolores musculares (23%), la fatiga (22%), el estrés (22%), dolor de cabeza (22%), irritabilidad (10%), problemas relacionados con el sueño (9%) y ansiedad (8%)[1]. En general, las principales consecuencias se traducen en enfermedades cardiovasculares, trastornos psicológicos y, en algunos casos, también se han referenciado trastornos musculoesqueléticos.

1. Introducción

Tal vez el estrés es la causa más comúnmente considerada en el estudio de los factores psicosociales. Una situación de estrés puede ser causa de diversas enfermedades. Se han encontrado fuertes evidencias de relación, tanto etiológicas como de factor pronóstico de la evolución de enfermedades, en relación con enfermedades cardiovasculares[2].

---

[1] Porcentajes aproximados de trabajadores afectados. Disponible en: http://www.seg-social.es/prdi00/groups/public/documents/binario/100517.pdf a 1 de noviembre de 2015.

[2] El estrés constituye una de las causas relevantes en las muertes derivadas de enfermedades cardiovasculares, AA.VV.: *Social factors, stress and cardiovascular disease prevention in the European Union.* Bruselas (European Herat Network), 1998.

Cuando el organismo trata de mantener el equilibrio durante mucho tiempo defendiéndose de determinadas presiones crónicas, acaba produciendo cambios que pueden producir diferentes enfermedades cardiovasculares, respiratorias, inmunológicas, inmunitarias y gastrointestinales.

La ansiedad, la depresión, el malestar físico y la fatiga crónica, los trastornos adaptativos, los trastornos del sueño y los dolores de cabeza están asociados en ocasiones a la reacción del cuerpo ante el estrés o ante otros factores psicosociales, incluidos el síndrome de estar quemado y el acoso en el trabajo.

2. Problemas de salud relacionados con el estrés

Como se ha mencionado anteriormente, los trastornos de salud que pueden ocasionar determinadas situaciones de estrés son múltiples. A continuación se mencionan algunos de los problemas de salud más comunes asociados al estrés:

- Trastornos cardiovasculares, desde arritmias o palpitaciones ocasionales hasta infartos de miocardio.
- Trastornos respiratorios de base inmunitaria (como por ejemplo, en el caso de la artritis reumatoide).
- Trastornos gastrointestinales (colitis ulcerosa, dispepsia, úlceras, síndrome del intestino irritable, enfermedad de Crohn).
- Dermatológicas (entre las que se puede mencionar la soriasis y la neurodermitis).
- Trastornos endocrinos (hipoglucemia, diabetes, hipertiroidismo, hipotiroidismo, etc.).
- Dolor de espalda y trastornos musculoesqueléticos, así como tics, calambres y contracturas, rigidez, dolores musculares y alteraciones en los reflejos.
- Trastornos sexuales (impotencia, eyaculación precoz, vaginismo, alteraciones de la libido).
- Trastornos adaptativos. La American Psychiatric Association los define como reacciones desadaptativas ante estresantes psicosociales identificables que ocurren en un espacio de tiempo breve y que se manifiestan por un deterioro funcional, social u ocupacional, o por síntomas como la depresión o ansiedad.
- Ansiedad. Se trata de una situación de intranquilidad, nerviosismo o preocupación. Provoca un estado de angustia que puede aparecer junto a una neurosis u otro tipo de enfermedad.
- Depresión. La depresión es un trastorno mental que se caracteriza por la presencia de tristeza, pérdida de interés o de placer, sentimientos de culpa o falta de autoestima, trastornos del sueño o del apetito, sensación de cansancio y falta de concentración. Puede llegar a hacerse crónica o recurrente y dificultar sensiblemente el desempeño en el trabajo o la escuela y la capacidad para afrontar la vida diaria. En su forma más grave puede conducir al suicidio. Si es leve, se puede tratar sin necesidad de medicamentos, pero cuando tiene carácter moderado o grave, se pueden necesitar medicamentos y psicoterapia profesional[3].
- Adicciones (tabaco, alcohol, drogas, etc.).

Como manifestación específica, el estrés "postraumático" se consideró por primera vez con entidad clínica en la tercera edición del *Diagnostic and Statiscal Manual of Mental Disorders (DSM-III)* en 1980. Su etiología es desconocida y su nombre hace referencia a aquellas situaciones duras y amenazantes que provocan temor, desesperanza, horror y una hiperactivización del sistema nervioso[4].

3. Tecnoestrés

El tecnoestrés es un concepto asociado a los efectos psicosociales adversos producidos por el uso de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC). Fue acuñado por primera vez por el psiquiatra norteamericano Craig Brod en 1984, quien lo definió como "una enfermedad de adaptación causada por la falta de habilidad para tratar con las nuevas tecnologías del ordenador de manera saludable"[5]. Por lo tanto, está relacionado con las características del individuo

[3] http://www.who.int/topics/depression/es/ a 1 de noviembre de 2015.

[4] Orós Muruzábal, M. "Riesgos psicosociales", cit., p. 639.

[5] Brod, C. Technostress: *The Human Cost of the Computer Revolution*. New York (Addison-Wesley), 1984.

y hojas de coca son ejemplos claros del consumo ligado a la historia. En muchos casos, este consumo va directamente relacionado con el sentido del trabajo. Los curanderos van a utilizar tóxicos para ritualizar sus curaciones, los agricultores andinos se servían de la hoja de coca y adormideras para afrontar las duras condiciones del terreno en sus prácticas laborales, al igual que el betel se utilizaba en el Extremo Oriente. De igual forma y hasta nuestros días, ha llegado la creencia del uso del alcohol para mitigar las condiciones climatológicas extremas en los entornos de trabajo.

En la actualidad, junto a las sustancias históricamente tradicionales, asistimos a un complejo abanico de nuevas adicciones (Becoña y Cortés, 2011). Unas ligadas a sustancias químicas y sus derivados: heroína, cocaína, LSD, drogas de diseño, cannabis, entre las más significativas. Por otro lado, nos encontramos un número cada vez mayor de conductas adictivas sin consumo de sustancias. Son adicciones comportamentales surgidas como consecuencia del desarrollo tecnológico de la sociedad y que, sin consumo de sustancias, son capaces de producir una dependencia a través de mecanismos neurofisiológicos similares a las drogas y reproducir las mismas características que definen las adicciones químicas. Juego patológico, internet, compras, teléfono y sexo se encuentran entre las más significativas.

El consumo de drogas y el mantenimiento de conductas adictivas son una causa frecuente de consulta en la práctica diaria en salud laboral; su trascendencia no estriba tan sólo en los problemas de salud a corto, medio y largo plazo sobre el paciente, sino que conlleva de forma añadida unas consecuencias sociales, familiares y laborales, por lo que su afrontamiento requiere una actuación combinada que abarque al paciente y a su entorno.

Es necesario resaltar que la Estrategia Nacional sobre Drogas 2009-2016 refiere, en relación con el impacto que sobre la salud tiene el consumo de sustancias, el papel decisivo que tienen los accidentes laborales y su alteración en el rendimiento del trabajo. Establece a la población laboral como población diana de actuación, reconociéndole un conjunto de características que favorecen la actividad preventiva, la cual debe entroncarse como parte del desarrollo de las actividades marcada por la Ley de Prevención de Riesgos Laborales. Defiende asimismo la implicación tanto de las empresas como de los trabajadores y sus representantes, conjuntamente con los servicios de prevención de riesgos laborales y la relaciona con la Responsabilidad Social Corporativa de las empresas (Estrategia Nacional sobre Drogas, 2009).

En el desarrollo de sus dos planes de acción recoge expresamente la actuación en el entorno laboral. El Plan de Acción 2013-2016 establece, dentro del objetivo tendente a reducir la demanda (Plan de Acción sobre Drogas, 2013), la "elaboración de un plan de prevención en el ámbito laboral, creando plataformas de coordinación con sindicatos y asociaciones empresariales en las comunidades autónomas que no dispongan de ellas. Se elaborará un modelo marco de intervención integral en el lugar de trabajo para la prevención, asistencia e inserción social, y se fomentará la implicación de grandes empresas en proyectos de reducción de la demanda de drogas a través de sus programas de Responsabilidad Social Corporativa (RSC)". De igual forma, y dentro del objetivo de fomento y mejora del conocimiento, establece que "se fomentará la investigación y el análisis de datos sobre consumo de drogas en áreas como: el género, el ámbito laboral, los policonsumos, etc.".

Abordaremos, por tanto, en el presente capítulo las características clínicas de las adicciones, sus datos de consumo y los programas de intervención en adicciones en la empresa.

2. Características de las adicciones

A pesar de la amplia variedad de sustancias y conductas adictivas y su diferente expresión clínica en cada paciente (Becoña y Cortés, 2011), existen un conjunto de características comunes que nos permiten definir las adicciones, las más significativas son:

- Compulsión: El primer elemento central y aglutinador de las adicciones es la compulsión o pérdida de control sobre la propia conducta adictiva. Este deterioro aparente del control se pone de manifiesto de forma fundamental cuando no existe la posibilidad de repetir la conducta.

- Síndrome de abstinencia: Se corresponde con el conjunto de síntomas físicos y/o psíquicos que se manifiestan tras la supresión brusca del consumo o de la conducta.

- Tolerancia: Expresa la necesidad de incrementar la cantidad de sustancia necesaria para alcanzar el efecto deseado.

La expresión de estas tres variables conforman el concepto de dependencia, el cual, según la CIE 10, sería el conjunto de manifestaciones fisiológicas, comportamentales

y cognoscitivas en el que el consumo de una droga, o de un tipo de ellas, adquiere la máxima prioridad para el individuo, mayor incluso que cualquier otro tipo de comportamiento de los que en el pasado tuvieron el valor más alto.

En función de estas características, el DSM-IV-TR establece los criterios para el diagnóstico de la dependencia de sustancias en los siguientes:

Un patrón *desadaptativo de consumo* de la sustancia que conlleva un deterioro o malestar clínicamente significativo, expresado por tres (o más) de los ítems siguientes en algún momento de un periodo continuado de doce meses:

1. Tolerancia, definida por cualquiera de los siguientes casos:

   a) Una necesidad de cantidades marcadamente crecientes de la sustancia para conseguir la intoxicación o el efecto deseado.

   b) El efecto de las mismas cantidades de sustancia disminuye claramente con su consumo continuado.

2. Abstinencia, definida por cualquiera de los siguientes ítems:

   a) El síndrome de abstinencia característico para la sustancia (criterio A y B de los criterios diagnósticos para la abstinencia de sustancias específicas).

   b) Se toma la misma sustancia (o una muy parecida) para aliviar o evitar los síntomas de abstinencia.

3. La sustancia se toma con frecuencia en cantidades mayores o durante un periodo más largo de lo que inicialmente se pretendía.

4. Existe un deseo persistente o esfuerzos infructuosos de controlar o interrumpir el consumo de la sustancia.

5. Se emplea mucho tiempo en actividades relacionadas con la obtención de la sustancia (por ejemplo, visitar a varios médicos o desplazarse largas distancias), en el consumo de la sustancia (por ejemplo, una dosis tras otra) o en la recuperación de los efectos de la misma.

6. Reducción de importantes actividades sociales, laborales o recreativas debido al consumo de la sustancia.

7. Se continúa tomando la sustancia a pesar de tener conciencia de problemas psicológicos o físicos recidivantes o persistentes, que parecen causados o exacerbados por el consumo de la sustancia (por ejemplo, consumo de cocaína a pesar de saber que provoca depresión, o continuada ingesta de alcohol a pesar de que empeora una úlcera).

3. Clasificación de las sustancias

La clasificación de las sustancias adictivas se puede llevar a cabo en función del tipo de sustancia y sus efectos sobre el sistema nervioso central y de la permisividad en su uso.

Según el tipo se sustancia, se pueden clasificar en:

- Sustancias depresoras: enlentecen su funcionamiento en un proceso que abarca desde la desinhibición hasta el coma. Las más características son el alcohol, opiáceos, tranquilizantes e hipnóticos.

- Sustancias estimulantes: aceleran su funcionamiento, activando el estado de alerta y vigilia con aumento del tono vital (respiratorio y cardiaco). Dentro de este grupo se encuentran la cocaína, anfetaminas, nicotina y xantinas.

- Sustancias alucinógenas: distorsionan el funcionamiento cerebral dando lugar a alteraciones perceptivas de tipo sensorial o alucinatorio. Como más representativas encontramos el LSD, derivados del cannabis, drogas de síntesis y disolventes volátiles.

Por su permisividad, se clasifican en:

- Drogas legales: tabaco, alcohol y psicofármacos.
- Drogas ilegales: cannabis, heroína, cocaína, drogas de síntesis.

4. Datos de consumo

Hoy en día, los datos más representativos del consumo de drogas en nuestro país los podemos obtener del Programa de Encuestas Domiciliarias sobre Alcohol y Drogas en España (EDADES), promovido dentro del Plan Nacional de Drogas, que se lleva a cabo de forma bienal desde 1995. La serie desarrollada hasta 2011 nos permite analizar de forma temporal los datos de prevalencia y las pautas en el consumo en la población española. En el año 2011 la muestra analizada es de 22.128 personas con una edad entre 15 y 64 años y distribuidas en todo el territorio español, lo que nos permite obtener datos aceptables para conocer el consumo de drogas en la población española.

Tabla 1. Prevalencia del consumo de drogas en los últimos doce meses en la población española de 15 a 64 años (%)

	1995	2001	2005	2007	2009	2011
Tabaco		46	42,4	41,7	42,8	40,2
Alcohol	68,5	78,1	76,7	72,9	78,7	76,6
Cannabis	7,5	9,2	11,2	10,1	10,6	9,6
Cocaína	1,8	2,5	3	3,1	2,7	2,3
Heroína	0,5	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Hipnosedantes*			5,1	8,6	7,1	11,4

Fuente: Observatorio Español de la Droga y las Toxicomanías (OED). *Encuesta Domiciliaria sobre Alcohol y Drogas en España* (EDADES, 1995-2011).

A pesar de que son las drogas llamadas ilegales las que más preocupan a la sociedad, si observamos los datos de prevalencia de consumo, son las legales, alcohol y tabaco, las que presentan una mayor prevalencia en el total de indicadores temporales que disponemos. En cuanto al consumo de drogas ilegales, es el cannabis, con un consumo en los últimos doce meses del 9,6% el que presenta una mayor prevalencia, seguido de la cocaína con una prevalencia del 2,3%. Es importante reseñar la evolución que ha seguido el consumo de hipnosedantes, grupo en el que se incluyen los tranquilizantes y los somníferos, en los últimos años. Por primera vez en la serie temporal observamos cómo el consumo de estos supera el de cannabis y se convierte en la tercera sustancia adictiva de mayor consumo en nuestro país, sobre todo debido al incremento en uso de tranquilizantes por parte de la población española.

5. Aspectos clínicos de las principales drogas en el entorno laboral

Los efectos que el consumo de sustancias adictivas produce en el sujeto se deben valorar siempre desde una doble variante. En primer lugar, los efectos a nivel individual, derivados directamente del consumo específico de la sustancia y en relación directa con la composición química de la misma. En segundo lugar, no por ello menos transcendente, los efectos sociales de la adicción, que en el tema que nos ocupa lo constituyen las consecuencias laborales del consumo, que, a su vez, presentan una doble vertiente: la afectación individual al trabajador y la colectiva, a la propia empresa como organización.

Desde la perspectiva individual y en función de la sustancia de consumo, los efectos son:

5.1. Alcohol

En la esfera psíquica su efecto es paradójico: en un primer momento provoca desinhibición, euforia y relajación; sin embargo, el uso continuado termina generando dificultades para la comunicación, asociaciones cognitivas y descoordinación motora. El uso prolongado provoca la aparición de trastornos de personalidad, irritabilidad y alteraciones psicóticas. En el aspecto laboral, el alcohol facilita un falso estado de euforia, seguridad y confianza en sí mismo que implican una sobrevaloración de la propia capacidad y una subestimación de los riesgos. Conlleva un aumento de la fatiga física, con alteraciones perceptivas, de la atención y del manejo de la información; una dificultad en la conducción de vehículos y de cualquier tipo de maquinaria, así como problemas con compañeros, mandos intermedios y el público y, en general, todo aquello que requiera ciertas dosis de atención y reacción.

5.2. Tabaco

Su participación de forma directa o indirecta en la génesis de la patología respiratoria, cardiovascular y un gran número de neoplasias está claramente demostrado y su desarrollo excede el objetivo de este capítulo; sin embargo, es fundamental el efecto coadyuvante en la patología laboral cuando existen en el ambiente sustancias volátiles e incluso en suspensión, potenciando los ya de por sí efectos tóxicos de agentes químicos presentes en el ámbito laboral, como en el caso del amianto.

5.3. Psicofármacos (tranquilizantes e hipnóticos)

Deprimen la actividad del sistema nervioso central, producen sedación, disminuyen la ansiedad, miorrelajación e inducen al sueño. Orgánicamente provocan una sedación generalizada y disminución de la ansiedad. Su uso continuado provoca adicción o dependencia física, con tolerancia cruzada con el alcohol, ansiedad crónica, fuerte inestabilidad afectiva y riesgo de conductas suicidas. En el ámbito laboral, afectan a la conducción de maquinarias y la realización de tareas complejas.

5.4. Cannabis

Los principales efectos orgánicos que produce son el aumento de las pulsaciones cardiacas, hipotensión, sudoración, somnolencia y descoordinación motora con disminución de la fuerza muscular y enrojecimiento de los ojos, en pequeñas dosis tiene efecto relajante. En la esfera psíquica, facilita cierta desinhibición e hilaridad, seguida de somnolencia y decaimiento general, con alteraciones perceptivas, sensoriales y dificultades en cuanto a la expresión, concentración, medida del tiempo y aprendizaje. Puede dar lugar a reacciones de pánico y a crisis de confusión mental y ansiedad, con delirios confusionales y de despersonalización. En personalidades premórbidas puede desencadenar sintomatología psicótica e incluso auténticos cuadros esquizofrénicos. Un abuso continuado puede generar un síndrome caracterizado por apatía, astenia, postración, ansiedad, depresión, cambios de carácter e inestabilidad emocional y trastornos en el área de la sexualidad. Su uso durante o de manera inmediata a la actividad laboral dificulta la realización de tareas complejas, reduce la atención y la capacidad de reacción, así como también es especialmente importante la incidencia que sobre el trabajo tiene la alteración de la percepción y la dificultad para el recuerdo de órdenes. Incide de manera directa en la conducción de vehículos y de otro tipo de maquinarias.

5.5. Cocaína

Como principales efectos orgánicos, genera disminución de la fatiga, reducción del sueño e inhibición del apetito. A su vez aumenta la tensión arterial, pérdida de peso, incremento del riesgo cardiovascular, hemorragias cerebrales y hepatopatías. En la esfera psicológica provoca euforia y locuacidad, facilitando las relaciones sociales e insomnio, dando lugar a una aceleración mental y a hiperactividad física, ya que provoca la sensación de aumento de la fuerza; en ocasiones, provoca una fuerte desinhibición con conductas agresivas. Como principal problema psicológico que genera, se encuentra la depresión, que da lugar a un mayor mantenimiento del consumo facilitando la aparición de ideas de carácter paranoide con comportamiento antisocial grave, psicosis paranoide y alucinaciones. En el ámbito laboral, propicia un aumento de los errores y facilita una disminución de las medidas de seguridad al producir una sensación de falsa seguridad bastante ostensible.

5.6. Heroína

Potente depresor del sistema nervioso central. Como síntomas orgánicos cabe destacar el incremento del riesgo cardiovascular, hepatopatías, estreñimiento crónico, pérdida de peso, amenorrea, pérdida de líbido, alteraciones inmunitarias e infecciones frecuentes asociadas al modelo de consumo. Provoca un deterioro cognitivo severo que prácticamente lo hace incompatible con la actividad laboral.

El abordaje de los efectos laborales lo debemos entender desde una doble vertiente: individual y organizacional.

Desde el aspecto individual, el consumo de sustancia provoca en el trabajador una clara disminución del rendimiento del trabajo, mayor cansancio físico, dificultad para el cumplimiento de los horarios, necesidad de descansos más prolongados, incremento de patologías con el aumento proporcional del absentismo laboral, situación de aislamiento con relación a sus compañeros e incremento del riesgo de accidentabilidad.

En el aspecto organizacional conlleva una mala calidad del trabajo con un descenso en la capacidad productiva y un incremento en los costes de producción, así como en los daños a los equipos, aumento de los problemas disciplinarios y la conflictividad laboral, mal clima laboral, incremento del absentismo, aumento de la rotación laboral y deterioro de la imagen de la empresa.

6. Intervención en la empresa sobre el consumo de sustancias adictivas

Tal como hemos visto con anterioridad ya en la Estrategia Nacional sobre Drogas 2006-2013 se refleja la necesidad de intervención en el entorno laboral tanto por sus repercusiones como por la idoneidad del medio para el establecimiento de modelos de intervención en el área de la prevención. En relación con la repercusión

que tiene sobre el entorno, el propio plan establece la influencia del consumo de drogas en la accidentabilidad laboral, los accidentes de tráfico y el rendimiento laboral del trabajador. Según la Organización Internacional del Trabajo, un tercio de los accidentes laborales mortales están relacionados con el consumo de sustancias. La tasa de accidentes aumenta de dos a tres veces y se triplican las bajas laborales y el absentismo. En lo que respecta a la idoneidad del medio, pone de manifiesto que además de abarcar a una gran parte de la sociedad, el medio laboral mantiene una particularidades en cuanto a su estructuración cerrada desde una perspectiva social, temporal y espacial y cuenta con recursos humanos, técnicos y económicos. Todo esto hace que sea un medio que favorece la intervención preventiva, permite que la actuación llegue al resto de la comunidad y se favorezca la integración social del paciente.

Para conseguir esta intervención se necesita el esfuerzo de todos los agentes del entorno de trabajo, empresa, trabajadores y sus representantes, servicios de prevención y administración, y que dicha intervención forme parte del desarrollo de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, así como su integración en los sistemas de gestión de la prevención en la empresa.

De esta forma, un programa de intervención sobre el consumo de sustancias debe seguir los mismos planteamientos que cualquier otra actuación en educación y promoción de la salud en la empresa. Se debe partir de un conocimiento de los posibles factores de riesgo relacionados con el objeto de la intervención en el medio, marcar los objetivos de la intervención, establecer un programa de actuaciones y definir los indicadores de evaluación para el mismo.

La OIT en 1996 ya hizo un planteamiento acerca de las características de los modelos de intervención sobre el consumo de drogas en el trabajo, donde establece, entre otras consideraciones, las líneas generales de actuación en un programa de intervención que aborde el consumo de sustancias en el medio laboral:

- Los problemas relacionados con el consumo de drogas deberían considerarse como problemas de salud y tratarse como cualquier otro problema de salud en el trabajo, sin ningún tipo de discriminación.

- Las organizaciones empresariales, en colaboración con los trabajadores y sus representantes, deberían adoptar disposiciones que sean razonablemente factibles para identificar condiciones de trabajo que influyen en los problemas relacionados con el consumo de drogas y adoptar medidas de prevención o corrección.

- El sector empresarial debería aplicar las mismas limitaciones con relación al alcohol tanto entre el personal de dirección como con el resto de las personas trabajadoras.

- Con el objeto de fomentar la seguridad y la salud en el lugar de trabajo, se deberían realizar programas de información, instrucción y capacitación sobre las drogas que deberían integrarse, en la medida de lo posible, en programas de salud más amplios.

- El sector empresarial debería establecer un sistema para asegurar el carácter confidencial de toda la información comunicada en lo relacionado a los problemas por consumo de drogas. Habría que informar a las personas trabajadoras sobre las excepciones a la confidencialidad.

- El trabajo es un factor importante para facilitar la superación de los problemas relacionados con el consumo de drogas. Todas las partes implicadas deben reconocer que el lugar de trabajo tiene un papel importante para ayudar a las personas con problemas de este tipo de consumo.

- El sector empresarial debería aplicar el principio de no discriminación a las personas trabajadoras que consumen o consumían drogas, de conformidad con la legislación interna de cada Estado.

7. Bibliografía

Bastida, N. "Problemas laborales asociados al consumo de alcohol". *Adicciones.* 2002, 14, supl. 1.

Becoña, E., Cortés, M. *et al. Manual de adicciones para psicólogos especialistas en psicología clínica en formación.* Barcelona. Socidrogalcohol, 2011.

Becoña, E., Cortés, M. *et al.* Guía clínica de intervención psicológica en adicciones. Barcelona. Socidrogalcohol, 2008.

Benavides, F., Ruiz-Fores, N., Delclos, J. *et al.* "Consumo de alcohol y otras drogas en el medio laboral en España". *Gaceta Sanitaria.* 2013, 27(3): 248-253.

Cabrero, E., Luna, A. "Alcohol y drogas en las empresas de la Unión Europea". *Adicciones.* 2011, 13(3): 247-252.

Cashman, C. M., Ruotsalainen, J. H., Greiner, B. A. *et al.* "Alcohol and drug screening of occupational drivers for preventing injury". *Cochrane Database of Systematic Reviews.* 2009, Issue 2. Art. No.

Delcy, I., Varela, M., Tovar, J. *Consumo de drogas en jóvenes universitarios y su relación de riesgo y protección con los factores psicosociales.* Univ. Psychol. Bogotá, 2006, 5(3): 521-534.

Heikkila, K., Nyberg, S. T., Fransson, E. I. *et al.* "Job Strain and Alcohol Intake: A Collaborative Meta-Analysis of Individual- Participant Data from 140,000 Men and Women". *PLoS ONE.* 2012 7(7).

Martínez, R., González, J. A., Toledo, F. *Guía para las actuaciones de la inspección de trabajo en materia de seguridad vial en las empresas.* Madrid. Ministerio de Trabajo e Inmigración, 2011.

Ministerio de Sanidad y Política Social. *Estrategia Nacional sobre drogas 2009-2016.* Madrid. Delegación del Gobierno para el Plan nacional sobre Drogas, 2009.

Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad. Plan de Acción sobre Drogas 2013-2016. Madrid. Delegación del Gobierno para el Plan Nacional sobre Drogas, 2013.

Ochoa, E., Madoz, A. "Consumo de alcohol y otras drogas en el medio laboral". *Med. Segur. Trab.* 2008, 54 (213), octubre-diciembre.

Organización Internacional del Trabajo. *Alcohol y drogas. Programas de asistencia a los trabajadores (informes).* Madrid. AGISA, 1989.

Pereiro, C. *Manual de adicciones para* médicos especialistas en formación. Barcelona. Socidrogalcohol, 2010.

Philip, L., Reed, C. L., Storr, J. C. A. "Drug dependence enviromics: job strain in the work environment and risk of becoming drug-dependent". *American Journal Epidemiology.* 2006, 163(5): 404-411.

Pincus, H. A.; APA (American Psychiatric Asso.). *DSM IV-TR. Manual diagnóstico y estadístico de los trastornos mentales - IV - Texto revisado.* Barcelona. Elsevier Masson, 2011.

2

PRINCIPIOS DE UNA VIDA SALUDABLE

2.1. CONCEPTO DE SALUD

Antonio Moreno Villena
Doctor en Medicina y Cirugía.
Especialista en Medicina del Trabajo, coordinador
del área sanitaria de Grandes Clientes de la Sociedad
de Prevención de FREMAP

Resumen

A continuación, se fijarán las bases que definen el concepto de salud y cómo este ha ido evolucionando en el tiempo. Se explicarán los principales condicionantes y la forma de abordarlos en medicina, así como los campos y áreas que puede abarcar.

1. Introducción

Desde el concepto mágico-religioso de enfermedad, el más antiguo conocido, hasta el actual modelo ecológico de salud, el concepto de *salud* ha evolucionado a lo largo de los años acompañado, principalmente, de la conquista del conocimiento científico, humanístico y tecnológico, entre otros.

En contrapunto, la definición de *salud* "oficial" no ha sufrido "una adaptación real" paralela a dichas conquistas, logros y evolución. Cuando se han realizado propuestas con matizaciones significativas, que si bien se han ido integrando en diferentes y progresivas declaraciones en las que la OMS ha participado, estas no han ocasionado una "redefinición" de forma clara ni específica.

Los distintos modelos de salud, si bien están basados en un "núcleo conceptual común" (contemplado en los modelos iniciales), aportan diferentes características, matizaciones y enfoques que, valorados y estudiados de forma individual

"Salud es la capacidad de desarrollar el propio potencial personal y responder de forma positiva a los retos del ambiente."

La Carta de Otawa, en 1986, ya recoge una definición mucho más amplia e integrada en una concepción nueva, con aspectos de índole social, de relación, de integración e incluso de "gestión de la Salud" proyectada a diferentes actividades y sectores de la sociedad, yendo mucho más allá de los primeros conceptos de la definición primigenia de la OMS y que, además, contempla y "desarrolla" la ampliación que la propia OMS hizo en 1985 (justo un año antes) de su declaración inicial.

De esta forma, se recoge en dicha carta el siguiente concepto de salud:

"La salud es el resultado de los cuidados que uno se dispensa a sí mismo y a los demás, de la capacidad de tomar decisiones y controlar la propia vida y de asegurar que la sociedad en la que uno vive ofrezca a todos sus miembros la posibilidad de gozar de un buen estado de salud."

"La salud se crea y se vive en el marco de la vida cotidiana, en los centros de enseñanza, de trabajo y de recreo."

Esta misma Carta de Otawa resalta la necesidad de "desmedicalización" del concepto general de salud, ya citado anteriormente, llegando a definir y establecer:

"El sector sanitario no puede por sí mismo proporcionar las condiciones previas ni asegurar las perspectivas favorables para la salud. La promoción de salud exige la participación activa de todos los implicados: gobiernos, sectores sanitarios, sectores sociales, económicos, la sociedad y los medios de comunicación."

Además...

"Se requiere una participación protagónica de la población para que esta ejerza un mayor control sobre su salud y sobre el medio ambiente y para que opte por todo lo que propicie la salud... La gente no podrá alcanzar su plena salud a menos que sean capaces de asumir el control de todo lo que determine su estado de salud."

"La promoción de salud radica en la participación efectiva de la comunidad, en la fijación de prioridades, la toma de decisiones para alcanzar un mejor nivel de salud."

A través de esta misma Carta de Ottawa, la OMS (1986) establece como prerrequisitos de la salud, dentro del concepto general de promoción de la salud, los siguientes:

- Paz
- Educación
- Vivienda
- Alimentación
- Renta
- Ecosistema saludable
- Justicia social
- Equidad

Pero todo lo expuesto hasta ahora no deja de ser definiciones que, por sí mismas, no indican qué acciones se han de desarrollar y en qué forma han de aplicarse para que las políticas o estrategias de salud que se definan sean eficientes y alcancen su objetivo.

Para conseguir un verdadero estado de salud para la población en general, hemos de conocer qué factores inciden sobre ella, cuáles ponen en peligro su mantenimiento y, a partir de ahí, establecer las estrategias preventivas necesarias, los recursos sociopolíticos, técnicos, económicos y humanos que permitan alcanzarla y mantenerla.

Desde el conocimiento de los aspectos más relevantes de los diferentes modelos de salud que se han ido sucediendo o han coexistido, cada uno con sus pros y sus contras, y de los parámetros y determinantes que constituyen el modelo de salud actualmente en desarrollo y aplicación, podremos establecer dichas estrategias sanitarias, a través de las cuales nos vayamos aproximando a un estado de salud lo más "universal" y "duradero" posible, con criterios de eficiencia, especificidad y sostenibilidad.

3. Salud y enfermedad: conceptos, punto de partida y evolución

(OMS, 1946, 1985, 1978, 1986, 1998, 2002; Terris, 1982; Otawa, 1986; Nutbeam, 1998; Piédrola, 2001)

Para comprender la esencia multifactorial "y cambiante" de la salud y, por consiguiente, la "forma de luchar" por ella, hemos de analizar cómo ha ido evolucionando esta, a la luz de la conquista del conocimiento, la evolución de la sociedad y su actividad a través del tiempo.

Durante mucho tiempo, la salud fue definida, y entendida, como la ausencia de enfermedad e invalidez, lo que no se ha correspondido con la realidad, casi desde un principio.

A través de los diferentes periodos de la historia de la humanidad, el concepto de salud y enfermedad ha sido cambiante, adaptándose en cada momento al conocimiento existente en cada una de esas etapas y a la necesidad de "dar explicación" o racionalizar el sufrimiento y la muerte como situaciones que afectan a los seres vivos.

Desde la concepción inicial de carácter místico-religioso, en el que la enfermedad y el sufrimiento eran un castigo de los dioses, hasta nuestros días, en que el conocimiento se basa en fundamentos científicos y tecnológicos, la salud y la enfermedad han pasado por diferentes modelos de razonamiento en busca de la comprensión de sus mecanismos de producción, para con ello encontrar acciones de alivio del sufrimiento cuando este se ha producido, obtener la curación y, en la actualidad, para el establecimiento de acciones y estrategias de carácter preventivo que ayuden a mejorar y mantener el mayor estado de salud posible.

En este sentido, y de forma previa a la exposición evolutiva, cabría resaltar que, en la Conferencia de Alma-Ata, celebrada en 1978, se definieron las actuaciones sanitarias como una continua acción preventiva subdivida en tres fases de desarrollo y aplicación, a saber:

- Prevención primaria, cuyo fin esencial es evitar que se produzca la enfermedad.

- Prevención secundaria, que es aquella que, habiéndose producido la enfermedad, busca la recuperación del estado de salud. Es lo que consideramos como acción asistencial propiamente dicha.

- Prevención terciaria, que actuando cuando no se ha podido conseguir la restitución completa de la salud, procura minimizar las secuelas o daños debidos a la enfermedad padecida. En esta fase tendría cabida la acción rehabilitadora y de adaptación o readaptación.

La observación de la realidad –la naturaleza tal como existe– y la organización racional de esas observaciones para describir, explicar, predecir, intervenir, controlar y modificar la realidad es el fundamento de la ciencia. Esta forma de percibir la realidad y, con ella, la generación de conocimiento, se ve necesariamente influenciada por las concepciones dominantes en cada tiempo y lugar, los llamados paradigmas.

Estos paradigmas, con sus elementos objetivos y subjetivos, postulan modelos y valores que forman un marco teórico y proveen una estructura coherente para entender la realidad.

A lo largo de la "evolución histórica del conocimiento", los paradigmas han influido, como en otros tantos aspectos, en el diseño del modelo de salud a aplicar, en función de un lugar y tiempo determinados.

Para comprender la evolución de dichos conceptos y de los propios "paradigmas" que se han ido sucediendo, hagamos un rápido repaso de los modelos de salud que, manteniendo una "esencia" común, han ido variando y ampliando su propia concepción y los elementos que en ellos eran integrados.

Es en el siglo V a. C., con Hipócrates como elemento fundador de la concepción naturalista de la salud y la enfermedad, cuando comienza a promoverse que la salud es un estado de equilibrio entre los elementos fundamentales de toda materia –agua, fuego, aire y tierra– y los humores responsables de la vida –sangre, bilis y flema–.

En el siglo XVIII comienza a difundirse el conocido como "Principio Vital", que consistiría en una fuerza (de la cual los individuos no son conscientes), que dirige el desarrollo y conservación de los seres, manteniendo los procesos fisiológicos en armonía y, por tanto, a los individuos saludables.

Durante la primera mitad del siglo XIX, y conforme se iban "conquistando" descubrimientos científicos, se va modificando el concepto de salud hacia un nivel celular y biológico.

Rudolf Virchow, médico alemán, define en este periodo a la *salud* como "el estado en el cual todas las células del organismo cumplirían adecuadamente su función y nada las perturbaría".

En la segunda mitad de ese siglo XIX, Pasteur y Koch definen el Principio de Causalidad, considerando la enfermedad como una consecuencia específica de la causa que la determina.

Durante mucho tiempo, el término "salud" ha estado medicalizado y asociado a un patrón ajustado a determinados estándares físicos, biológicos y psicosociales que debe cumplir un determinado individuo o grupo de individuos, para ser considerado "saludable", es decir, dentro del rango llamado "normalidad biológica".

Ya en el siglo XX, en concreto en 1946, la OMS, tal y como ya se ha reseñado con anterioridad, establece una definición de *salud* basada, esencialmente, en que es el "estado de completo bienestar físico, mental y social, y no sólo la ausencia de afecciones o enfermedades", definición que fue ampliada en 1985 en términos de capacidades de realización personal y relación positiva con el entorno de la propia persona, tal y como ya hemos citado.

De esta forma, la "definición oficial", más conocida por todos, es ampliada contemplando las consideraciones de otros autores, entre los que se encuentra Terris, quien sugirió, ya en 1972, definir la *salud* como "un estado de bienestar físico y mental, con capacidad de funcionamiento (o productiva y de relación), y no sólo la ausencia de enfermedad o achaque", de tal manera que se integren la subjetividad y objetividad en el binomio estado de salud-enfermedad.

Para finalizar, la Carta de Otawa de 1986 culmina un "proceso de evolución conceptual" que hace que el término "salud" englobe amplios y diferentes aspectos que, siendo parte relevante de la vida de las personas, no eran contemplados en los enfoques anteriores, ampliando el número y características de los factores determinantes de salud, de tal manera que, de forma inevitable, la salud haya de ser entendida como "un conjunto de factores" que han de ser abordados de forma integral u holística desde la sociedad y con la participación de los diferentes actores sociales, desde los gobiernos hasta los sectores financieros pasando, como no, por los medios de comunicación.

4. Modelo de salud y sus determinantes epidemiológicos como elementos de la acción preventiva

(OMS, 1946, 1985, 1986, 1998, 2002; Lalonde, 1974, 1977, 1986; Armijo, 1978; Terris, 1982; Susser, 1996; Nutbeam, 1998; Schwartz, 1999; Piédrola, 2001; Huber, 2011; Gomes, 2005)

Para poder actuar sobre el estado de salud deberemos conocer qué factores inciden sobre la misma y cuáles son los aspectos que conforman un determinado modelo de salud, de tal forma que podamos establecer las diferentes posibles actuaciones a desarrollar, encaminadas a mejorar esta y, una vez mejorada, mantener el estado de salud alcanzado.

A partir de la definición inicial de la OMS (1946), que establece un marco tridimensional de actuación (el físico, el mental y el social), se plantearon nuevas perspectivas epidemiológicas sobre la salud poblacional. Una de las más importantes, por su carácter integrador y su repercusión internacional sobre las políticas de salud pública, fue la perspectiva canadiense de Lalonde y Laframboise (1974), quien definió un marco conceptual completamente nuevo para el análisis de la situación de salud y la gestión sanitaria.

Dicho modelo contemplaba cuatro campos o áreas de salud (globales) que, a su vez, comprenderían diferentes factores determinantes de la salud, algunos de ellos muy significativos e influenciables por factores de índole social y de hábitos de vida o personales.

El español Salleras Sanmartí, otro de los pioneros en la definición de los modelos tradicionales, al igual que Lalonde, definió un modelo que, con similares características y sólo leves matices diferenciadores, compartía y recogía los campos o áreas de salud "globales" del enfoque canadiense.

Estas áreas o campos de la salud quedaron definidas de la siguiente forma:

- Biología humana: constituyen, entre otros, este grupo:
  - Herencia
  - Desarrollo, maduración y envejecimiento
  - Sistemas orgánicos internos: individuales y complejos
- Medio ambiente: forman parte de este grupo los ambientes:
  - Físico
  - Químico
  - Biológico
  - Psicosocial
  - Cultural
- Estilo de vida: han de contemplarse, entre otros posibles:
  - Toma de decisiones
  - Hábitos de vida
- Sistema de asistencia sanitaria: abarca aspectos como:
  - Prevención primaria
  - Prevención secundaria (asistencial-curativo)
  - Prevención terciaria (rehabilitación-readaptación/integración)

realización de actividades como el trabajo, el equilibrio (o ajuste) en el binomio demandas-capacidades.

Epidemiológicamente y para el correcto establecimiento de un modelo de salud que nos permita definir estrategias preventivas de tipo integral y holístico a desarrollar en el marco de un proyecto de empresa saludable o promotora de la salud, deberemos estudiar, de entre aquellos modelos existentes y aceptados en la actualidad, los de mayor relevancia epidemiológica y, a partir de ellos, adoptar uno en concreto o uno "nuevo" resultante de la intersección de los existentes, de tal manera que contemple la "multidimensionalidad" de los determinantes de salud actuales y, a través de ello, nos permita definir y desarrollar acciones preventivas eficientes que, además, ayuden a incrementar el seguimiento o adherencia a las mismas por parte de la población a las que van dirigidas.

Un ejemplo que muestra la situación actual en la que nos encontramos es la siguiente relación comparativa entre el peso de los determinantes globales de salud en concepto de índice de mortalidad y el gasto dedicado a cada uno de ellos (véase tabla 1).

Tabla 1. Relación mortalidad-gasto / Recurso económico de los determinantes globales de salud

Determinante global de salud	Peso en la mortalidad	Gasto / Recurso Económico
Sistemas de asistencia sanitaria	11%	90,6%
Estilo de vida	43%	1,2%
Medio ambiente	19%	1,5%
Biología humana	27%	6,9%

Adaptado de: Lalonde, M. *A new Perspective on the Health of Canadians, Health Promot. Int.* (1986) 1 (1): 93-100,1974.

Por otro lado, hemos de tener en cuenta que, debido a la realidad epidemiológico-demográfica (inversión de la pirámide poblacional), al acceso al trabajo más tardío por parte de los jóvenes, al retraso en la edad de jubilación secundario, al incremento de la longevidad y la influencia de esta sobre aspectos económicos y de sostenibilidad, el envejecimiento y su relación con el trabajo, conocido como *aging*, sin ser una enfermedad, sino la "consecuencia fisiológica de vivir", se está convirtiendo en un "neo-determinante de salud emergente" (encuadrado dentro del grupo de determinantes biológicos), tanto en el momento actual como, con toda seguridad, en las futuras décadas.

5. Análisis de las características que poseen los diferentes modelos de salud más ampliamente aceptados: aspectos de mayor relevancia a tener en consideración y que conviene conocer (Armijo, 1978; Terris, 1982; Piédrola, 2001; Parkes, 2009)

5.1. Modelo probabilístico de salud

Este modelo comprende al conjunto de individuos sanos con parámetros biológicos normales y anormales, dentro de un estado probabilístico de salud y los valores extremos que les clasifican como enfermos o sanos.

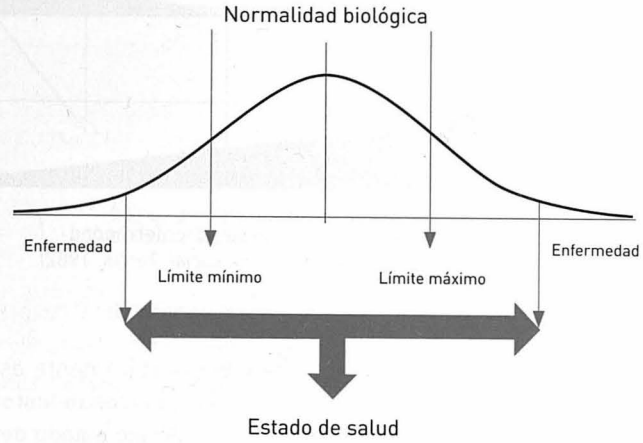


Figura 1. Modelo probabilístico de salud
(Medicina Preventiva y Salud Pública. Piédrola, 2001)

En él se definen criterios de normalidad biológica, sus límites mínimo y máximo, los rangos en los que, estando fuera de dichos límites de normalidad biológica, se sigue manteniendo un estado de salud "aceptable" y, por último, los límites en los que se ha de considerar situación de enfermedad.

5.2. Aspectos subjetivos y objetivos del binomio salud-enfermedad

En este otro modelo se integran los aspectos subjetivos y objetivos en el concepto de salud y contempla las consideraciones de Terris como "ampliación" de la definición inicial de salud de la OMS.

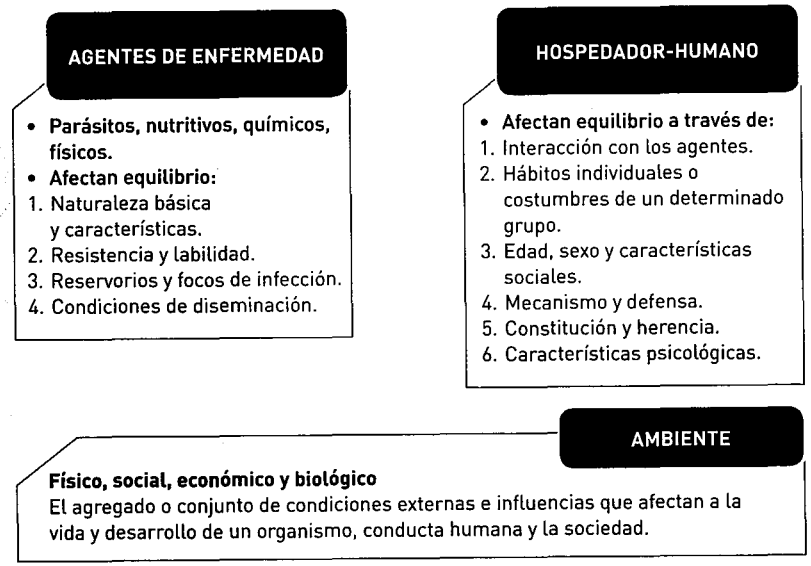


Figura 4. Concepto ecológico de enfermedad
(Adaptado de *Epidemiología.* Armijo, 1978)

Este modelo contempla como determinantes globales:

- Los agentes de enfermedad: parasitarios, nutritivos, químicos, físicos, mecánicos, la naturaleza y características de dichos agentes, su resistencia y labilidad, reservorios de los mismos, condiciones de diseminación, etc.

- El hospedador-humano: interacción con los agentes externos, hábitos individuales o costumbres de un determinado grupo, la edad, género y características sociales de las personas expuestas, los mecanismos de defensa operativos, la constitución y la herencia y las características psicológicas del hospedador.

- El ambiente: en él se contemplan, como factor, las condiciones externas que afectan a la vida y desarrollo de un organismo, la conducta humana y la propia sociedad, entre otras.

Este modelo es el de mayor vigencia en el momento actual y se integra y adapta perfectamente con las propuestas de nueva "redefinición" de salud. Los aspectos

de capacidades (de respuesta y adaptativas) contemplados en la nueva concepción de salud y la valoración de las mismas, desde el punto de vista del establecimiento de estrategias preventivas, así como todo lo concerniente al envejecimiento, están contemplados y tienen cabida en este modelo.

6. Conclusiones

Si bien el concepto de "salud" se ha ido adaptando en función de los diferentes avances científicos, sociales, humanísticos y tecnológicos, entre otros, la definición de salud no ha variado desde su concepción inicial, si bien se han producido declaraciones, desde la propia OMS y sus diferentes convenciones y reuniones internacionales, que han ido permitiendo dicha adaptación progresiva.

Existen grupos de trabajo y comités de expertos que solicitan a la OMS una revisión de su declaración primigenia de 1946 y su posterior "ampliación" de 1985, dado que aquella "antigua definición", si bien contempla los "elementos esenciales" del concepto de salud, es diacrónica y está desfasada para el momento actual.

El modelo de salud más "completo" o adaptado a la situación actual es el denominado modelo ecológico, que contempla la salud como un estado de equilibrio en el binomio capacidades-demandas que se produce entre la persona y su entorno o medio ambiente y entre las necesidades o demandas de esta y sus capacidades para establecer una respuesta o adaptación a dichas demandas, ya sean internas o externas.

Todos los modelos coinciden o se basan en el establecimiento de cuatro campos de la salud definidos ya en los modelos de Lalonde en 1974 que, a su vez, incluyen diferentes determinantes de la salud, entendidos estos como aquellos factores que inciden sobre la salud individual y que, interactuando en distintos niveles de organización, determinan el estado de salud de la población.

La situación actual de desequilibrio, desde el punto de vista del peso de los diferentes determinantes globales de la salud (campos de la salud) en las tasas de morbimortalidad en relación con el "esfuerzo" de inversión económica en la acción preventiva, demuestra que no sólo no es la adecuada sino que dista mucho de serlo, sirviendo de ejemplo el hecho de que se destina al área de sistemas de asistencia sanitaria el 90,6% de los recursos económicos y sólo el 102% a la correspondiente a estilos de vida, siendo esta última la que ha demostrado mayor eficacia preventiva en todos los modelos existentes.

El envejecimiento y con él la coexistencia de una mayor prevalencia de enfermedades crónicas están haciendo que aquel se convierta en un determinante de salud emergente en el momento actual, previéndose un mayor peso epidemiológico a corto y medio plazo. Por ello, las estrategias de promoción de la salud han de contemplar esta situación como uno de los elementos más importantes a tener en consideración.

La epidemiología y su aplicación al establecimiento de determinantes de salud específicos para una determinada población, objetivo de una estrategia preventiva, son de vital importancia para garantizar que se cumplan criterios de eficiencia, viabilidad y sostenibilidad de la acción preventiva.

La aparición y con ella la correcta identificación y evaluación de posibles nuevos determinantes de salud, emergentes en función de la evolución social, económica, ambiental, industrial y tecnológica, entre otras, han de ser uno de los pilares básicos de una posible "nueva epidemiología predictiva", que nos permitiera establecer planes estratégicos de prevención y promoción de la salud que, con el tiempo de antelación suficiente para obtener resultados tras su implantación, nos permitiera evitar la aparición de nuevas enfermedades y evitar el incremento en la prevalencia de las ya existentes.

7. Bibliografía

Armijo, R. R. *Epidemiología.* Buenos Aires. Intermédica Edit., 1978.

Gomes, M. A. *Monitoreo y análisis de los procesos de cambio de los sistemas de salud: determinantes de la salud.* Taller San Juan de Puerto Rico. OPS/OMS. Nicaragua, agosto de 2005.

Huber, M., Knottnerus, J. A., Green, L., *et cols.* "Analysis: How should we define health?". *BMJ.* 2011, 343: d4163. Disponible en: http://dx.doi.org/10.1136/bmj.d4163 doi: 10.1136/bmj.d4163 (Published 26 July 2011).

Lalonde, Beyond. "Looking back at 'A New Perspective on the Health of Canadians' ". *Health Promot. Int.* 1986, 1(1): 93-100.

Lalonde, M. "Guest editorial: A more positive approach to health promotion". *Can Nurse.* 1974, 70: 19-20.

Lalonde, M. "Social values and public health". *Can J Public Health.* 1974, 65: 260-268.

Lalonde, M. "The physician and health promotion". *Can Med Assoc J.* 1977, 116: 1.040-1.045.

Nutbeam, D., Harris, E. *Theory in a nutshell: a practitioner's guide to community used theories and models in health promotion.* Sydney. National Centre for Health Promotion, 1998.

OMS. Alma-Ata. Conferencia Internacional de Atención Primaria de Salud. Serie Salud para todos. Suiza, 1978.

OMS. The World Health Report 2002: reducing risk, promoting healthy life. Ginebra. OMS, 2002.

OMS. *Carta de Ottawa para la Promoción de la Salud,* 1986. Disponible en: www.who.int/es.

Parkes, M. W., Horwitz, P. "Water, ecology and health: ecosystems as settings for promoting health and sustainability". *Health Promot Int.* 2009, 24: 94-102.

Piédrola, G. G.; Gálvez, V. R.; Domínguez, R. V. *Medicina preventiva y salud pública.* 10ª edición. Barcelona. Edit. Masson, 2001.

Schwartz, S., Susser, E., Susser, M. "A future for epidemiology?". *Annu Rev Public Health.* 1999, 20: 15-33.

Susser, M., Susser, E. "Choosing a future for epidemiology: I. Eras and paradigms". *Am J Public Health.* 1996, 86: 668-673.

Susser, M., Susser, E. "Choosing a future for epidemiology: II. From black box to Chinese boxes and eco-epidemiology". *Am J Public Health.* 1996, 86: 674-677.

Terris, M. *La revolución epidemiológica y la medicina social.* 2ª Ed. México DF. Edit. Siglo XXI, 1982.

Vignolo, J., Macri, M., Bálsamo, A. *Salud y enfermedad: determinantes de salud. Noción de riesgo.* Departamento de Medicina Preventiva y Social. Montevideo, marzo de 2007. Disponible en: http://www.slideshare.net/hamel/salud-y-enfermedad-determinantes-de-salud-nocin-de-riesgo.

2.2. LOS PILARES DEL BIENESTAR SOCIAL. EL ESTADO DE BIENESTAR

Javier Gracia Rivera
Enfermero especialista en Enfermería del Trabajo.
Adjunto a coordinador del área de Medicina del Trabajo. Dirección Regional de Andalucía Occidental. Sociedad de Prevención de FREMAP

Resumen

El bienestar social se puede definir como el conjunto de factores presentes en la vida de las personas que dan lugar a la tranquilidad y satisfacción humana. Para estudiar el bienestar social de un país es necesario utilizar indicadores económicos objetivos (IBES, IPR, IDH) e indicadores subjetivos de bienestar a partir de la Encuesta Mundial de Valores.

Los pilares del bienestar social sobre los que se sustenta la sociedad española son: el sistema educativo, el sistema sanitario, el sistema de pensiones y los servicios sociales.

El Estado de bienestar social en España tiene como objetivo mejorar el bienestar social y, por lo tanto, la calidad de vida de la población a partir de una serie de actuaciones socioeconómicas a nivel central, autonómico y local.

1. Introducción

El bienestar social se puede definir como el conjunto de factores presentes en la vida de las personas que dan lugar a la tranquilidad y satisfacción humana. Aunque el bienestar social es un concepto abstracto que depende de la percepción de las personas (bienestar subjetivo) y de factores eminentemente subjetivos, también está correlacionado con multitud de factores económicos objetivos

(bienestar económico), que a lo largo de los años han sido utilizados para el estudio del bienestar social de los diferentes países.

Por lo tanto, para el estudio pormenorizado del bienestar social de un país no se debe analizar aisladamente esos factores económicos que nos darían una información simplemente del bienestar económico del mismo, sino que también hay que relacionarlo con el bienestar subjetivo de la población, entendido este como la cantidad de bienestar percibido por las personas de un país (Rayén Quiroga, 2001).

Para el análisis del bienestar subjetivo de un país se utiliza el índice de bienestar subjetivo elaborado a partir de encuestas donde se calcula el porcentaje de personas que se consideran felices o muy felices menos el porcentaje de personas que se consideran no muy felices. Para ello, se utiliza la Encuesta Mundial de Valores, formada por una serie de indicadores que nos proporciona una aproximación sobre el bienestar subjetivo o felicidad tanto de los individuos como de la sociedad en su conjunto. Esta encuesta mundial se realiza cada cinco años (Iglesias Vázquez *et al.*, 2013).

El estudio del bienestar económico ha sido objeto de controversias, ya que en un principio se tomaba como medida el PIB per cápita (cantidad de bienes materiales y servicios útiles producidos por un país dividido entre el número de habitantes). Ahora bien, se trata de un cálculo estadístico, un promedio, que nos va a mostrar con datos fríos el crecimiento del país, pero no el desarrollo económico que va a tener el país y como éste influye en la calidad de vida. Por tanto, y según los economistas, el PIB como indicador de desarrollo tiene varias limitaciones, ya que no tiene en cuenta las enfermedades, la destrucción ecológica, el desarrollo social, variables estas que pueden afectar negativamente en el bienestar social de las personas.

Así pues, hay que buscar instrumentos de medida más adecuados que nos ofrezcan una visión más amplia y completa del nivel de bienestar social de un país. Los indicadores más idóneos son (Iglesias Vázquez *et al.*, 2013):

a) Índice de bienestar económico sostenible (IBES)

El índice de bienestar económico sostenible (IBES) es un indicador, diseñado originariamente por Daly y Coob (1989) y revisado por Coob (1994), que nos va a medir la sostenibilidad de los niveles de bienestar que la población de un país

experimenta a lo largo del tiempo al integrar variables de índole económica, distributivas, sociales y ambientales, constituyendo de esta forma un indicador potente para la evaluación de las políticas de desarrollo.

b) Índice de progreso real (IPR) o índice de progreso genuino (IPG)

El índice de progreso real o progreso genuino (IPR/IPG) es similar al IBES pero incluye más variables. Es un indicador que evalúa, a través del estudio de variables económicas, sociales y medioambientales, la situación del bienestar social. Este índice tiene en cuenta, por una parte, el consumo personal, el tiempo de trabajo doméstico, cuidados familiares, voluntariado, y por otra parte, los gastos defensivos, gastos derivados de la degradación del medio ambiente (pérdida de superficies de cultivo, forestales, contaminación), y los costes sociales (divorcios, delitos).

c) Índice de desarrollo humano (IDH)

El índice de desarrollo humano (IDH) es un índice creado por el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo y que tiene en cuenta tres parámetros:

1. Salud: esperanza de vida al nacer.
2. Educación: alfabetización en adultos y matriculación escolar.
3. Riqueza: PIB per cápita.

Ahora bien, el IDH, por sí mismo, no es suficiente para medir el nivel de desarrollo de un país, ya que no refleja la participación política ni las desigualdades de género.

d) Índice Fordham de salud social

El índice de salud social fue publicado por primera vez por el Instituto de la Universidad de Fordham y analiza hasta 16 indicadores sociales con objeto de evaluar el bienestar social de la población. Estos indicadores son:

- Niños: mortalidad, abuso y pobreza infantil.
- Juventud: suicidio, abuso de drogas y abandono de la escuela.

- Adulto: desempleo, salarios medios semanales y cobertura del seguro de salud.
- Envejecimientos: pobreza y costes de salud (personas de más de 65 años).
- Todas las edades: homicidios, accidentes de tráfico relacionados con el alcohol, cobertura de cupones de alimentos, acceso a vivienda asequible y la desigualdad de ingresos.

Por tanto, como hemos visto, para el estudio del bienestar social de una población no se puede analizar de manera aislada los índices anteriormente señalados, sino que hay que estudiar también el bienestar social subjetivo a través de la Encuesta Mundial de Valores.

2. Los pilares del bienestar social

Los pilares del bienestar social (Sedano Romera, 2008) son aquellos soportes verticales fundamentales, responsables de la estabilidad y sostenibilidad de las estructuras sociales, sobre los que se deben apoyar las políticas que sustentan el Estado de bienestar.

Para garantizar la estabilidad de estos pilares, es necesario que se apoyen en unos niveles de desarrollo económico adecuados, un sistema fiscal y una administración pública moderna y eficaz, así como una gran voluntad política por parte de todos los partidos en asuntos relacionados con el bienestar social de la población.

Así pues, los pilares del bienestar social se pueden definir como el conjunto de políticas sectoriales dirigidas a los ciudadanos de una población y que tienen como objeto garantizar, mantener y mejorar el bienestar social.

Los pilares del bienestar social sobre los que se sustenta la sociedad española para conseguir el bienestar social son el sistema educativo, el sistema sanitario, el sistema de pensiones y los servicios sociales amparados estos últimos por la entrada en vigor de la Ley de Promoción de la Autonomía Personal y Atención a las Personas en Situaciones de Dependencia.

Ahora bien, cada uno de estos pilares, que van a determinar el bienestar social de una población, va a depender de la financiación o partidas presupuestadas

asignadas a partir de los Presupuestos Generales del Estado. Como bien sabemos, la actual situación económica mundial no pasa por los mejores momentos y la crisis económica a nivel mundial y a nivel estatal ha hecho mella sobre el Estado español sufriendo, a nivel de educación, sanidad, pensiones y servicios sanitarios, unos recortes presupuestarios que van a influir de una manera negativa sobre el Estado de bienestar.

En relación con el pilar de la educación, el artículo 27 de la Constitución española recoge el derecho a la educación, la gratuidad y obligatoriedad de la enseñanza, la homologación de la educación y la participación de profesores, padres y alumnos en el control y gestión de los centros docentes tanto públicos como privados y la autonomía universitaria.

La idea del Estado español es invertir en educación, ya que una educación de calidad va a permitir a los ciudadanos ser más competitivos y ser capaces de adaptarse con mayor facilidad a las exigencias del mercado laboral a nivel internacional.

En cuanto al pilar de la sanidad, el artículo 43 de la Constitución española establece que se reconoce el derecho a la protección de la salud y que compete a los poderes públicos organizar y tutelar la salud pública a través de medidas preventivas y de las prestaciones y servicios necesarios, así como la educación sanitaria, la educación física y el deporte. Asimismo, la Ley General de Sanidad (14/1986) concreta la financiación pública, universalidad y gratuidad de los servicios sanitarios en el momento del uso.

Las pensiones en nuestro país han sido objeto de conflicto permanente entre las fuerzas políticas y sociales. El artículo 50 de la Constitución española establece que los poderes públicos garantizarán, mediante pensiones adecuadas y periódicamente actualizadas, la suficiencia económica a los ciudadanos durante la tercera edad.

El sistema de pensiones es uno de los pilares fundamentales del Estado de bienestar, cuyo objetivo es garantizar los ingresos a las personas que ya no tienen vinculación con el mercado laboral a partir de tres vías: a) contribuciones a la Seguridad Social realizadas por empresas y trabajadores, que dan derecho a la jubilación, invalidez, viudedad y orfandad; b) la pensión no contributiva que corre a cargo de los Presupuestos Generales del Estado, cuyo objetivo es garantizar un nivel mínimo de ingresos a personas sin ingresos y que no han tenido vinculación con el mercado laboral; y c) planes privados de pensiones.

Ahora bien, la crisis económica del país ha obligado al sistema político a reformar las pensiones adaptándolas a la esperanza de vida y a los ingresos y gastos de la Seguridad Social, con objeto de garantizar la sostenibilidad del sistema de pensiones y desempleo del país.

En cuanto a la creación del sistema de servicios sociales, se inició en España en 1980 con la firma de la Carta Social Europea. Asimismo, en 1985, con la Ley de Bases de Régimen Local, se obliga a los municipios de más de 20.000 habitantes a prestar los servicios sociales a su población. Será a partir de la Ley 39/2006, de 14 de diciembre, de Promoción de la Autonomía Personal y Atención a las Personas en Situación de Dependencia (Ley de la Dependencia) cuando surja el cuarto pilar de bienestar de servicios sociales, cuyo objetivo es dar cobertura al mayor número posible de ciudadanos en una situación de dependencia, a través de la financiación de servicios sociales a aquellas personas que por sufrir una enfermedad, incapacidad o vejez no pueden realizar por sí mismas actividades de la vida diaria.

La Ley de la Dependencia establece tres tipos de dependencia:

- Grado I. Dependencia moderada.
- Grado II. Dependencia severa.
- Grado III. Gran dependencia.

El grado y niveles de dependencia, a efectos de su valoración, se determinarán mediante la aplicación de un baremo basado en la Clasificación Internacional del Funcionamiento, la Discapacidad y la Salud (CIF), adoptada por la Organización Mundial de la Salud y acordada a través del Consejo Territorial del Sistema para la Autonomía y Atención a la Dependencia.

Cada uno de los grados de dependencia señalados se clasificará en función de la autonomía de las personas y de la intensidad del cuidado que requiere.

Por lo tanto, el objetivo de cualquier política social debe ser el de aumentar el bienestar social de los ciudadanos a través del fortalecimiento de los cuatro pilares anteriormente mencionados. Ahora bien, para conseguir este objetivo es necesaria una adecuada financiación que, debido a la crisis económica actual, obliga a todo el sistema social racionalizar y optimizar los recursos disponibles. Lógicamente a menor financiación, consecuencia de los recortes sanitarios, sociales y educativos, hay una disminución en la cantidad de prestación de servicios, una menor cobertura y, por ende, una disminución del bienestar social de los ciudadanos.

3. El Estado de bienestar

La Unión Europea, a través de los acuerdos de Lisboa (2000) y de Niza (2005), propuso alcanzar la cohesión social de todos los Estados miembros a través de un modelo social europeo con tres objetivos fundamentales: equidad de oportunidades de todas las personas de la UE, reducir las desigualdades y luchar contra la pobreza (Cordero del Castillo, 2009).

Ahora bien, hay que tener en cuenta que la gestión de las políticas sociales y gasto público es responsabilidad de cada Estado y, en el caso de España, las prestaciones sociales están gestionadas a través del Estado, gobiernos autonómicos, organizaciones sociales y ONG y empresas privadas, lo que produce una fragmentación de las políticas sociales y una complejidad en su coordinación.

Europa ha sufrido en los últimos años una serie de cambios socioeconómicos (Espadado, 2013; Barroso, 2013; Moreno, 2009; Domínguez, 2005; Navarro, 2004) que han obligado a todos los Estados reprogramar sus políticas sociales. Estos cambios son:

- Sociales: aumento de la esperanza de vida y disminución de la natalidad con el consiguiente envejecimiento de la población y aumento en la demanda de los servicios sociales y sanitarios, la incorporación de la mujer al mercado laboral (dificultad para atender hijos menores, enfermos y ancianos) y desempleo.

- Económicos: aumento del gasto público en protección social (pensiones, desempleo, sanidad) y disminución de los ingresos derivados de los impuestos directos de los trabajadores, debido al desempleo, para hacer frente a la protección social.

Si nos centramos en la política social y el Estado de bienestar en España, las primeras medidas sociales tuvieron su origen en las cofradías o hermandades de socorro a través de ayuda económica para casos de enfermedad. Posteriormente, a finales del siglo XVIII, aparecen los montepíos con una función muy similar al anterior. A partir de este periodo, se crean medidas de asistencia, apareciendo los hospicios con objeto de recoger ancianos, mendigos y enfermos.

En el siglo XIX y aunque la Iglesia pierde el control de la asistencia social, gran cantidad de órdenes religiosas se dedican a atender a los pobres y necesitados y será a finales del mismo siglo cuando se propuso una actuación social entre la Iglesia, el Estado y grupos sociales.

El bienestar social en España se inicia con los Pactos de la Moncloa, firmados en 1977, permitiendo la transición de la dictadura a la democracia y una política de concentración social.

Con la Constitución española de 1978, España se convierte en un Estado social y democrático de derecho con la participación de todos los ciudadanos en la vida política, económica, social y cultural del país (art. 9.2), y será a partir de la entrada de España en la Unión Europea en 1986 cuando se produce la consolidación de España en un Estado de bienestar caracterizado este por un:

- Sistema de Seguridad Social relacionado con el trabajo.
- Régimen mixto de bienestar: Iglesia y Estado.
- La centralidad de la familia.
- Descentralización de la política social.
- Europeización de las políticas sociales.
- Diálogo social como instrumento de reforma.

El Estado de bienestar social en España comprende todas aquellas intervenciones a nivel central, autonómico y local que tienen como objetivo mejorar el bienestar social y, por tanto, la calidad de vida de la población. Estas intervenciones, que más afectan a los ciudadanos, se realizan a través de:

- Servicios públicos: donde se engloba la sanidad, la educación, las pensiones y los servicios sociales.

- Intervenciones normativas: actuaciones con objeto de proteger al ciudadano en su condición de trabajador, consumidor o residente (salud ambiental).

- Intervenciones públicas: actuaciones encaminadas a producir puestos de trabajo.

Por lo tanto, el objetivo del Estado de bienestar es mejorar las coberturas sociales, sanitarias y educativas, así como garantizar la sostenibilidad del sistema de pensiones a partir de una racionalización, optimización de los recursos financieros destinados a potenciar los pilares del bienestar social.

4. Bibliografía

Barroso González, M., Castro Vadillo, N. Estado del bienestar y crisis económica. http://www.usc.es/congresos/xiirem/pdf/32.pdf. [Último acceso: 2 de noviembre de 2013].

Cordero del Castillo, P. "El Estado de bienestar español en el contexto europeo". *Humanismo y Trabajo Social.* 2009, 8: 131-154.

http://es.wikipedia.org/wiki/Bienestar_social. [Último acceso: 2 de noviembre de 2013].

Domínguez Sánchez-Pinilla, M., Navarrete Moreno, L. *Estado, bienestar e ideología. Un análisis de las teorías sociales del bienestar.* Madrid. Ed. Universidad Complutense, 2005.

Iglesias Vázquez, E., Pena López, J. A., Sánchez Santos, J. M. "Bienestar subjetivo, renta y bienes relacionales. Los determinantes de la felicidad en España". *Revista Internacional de Sociología,* 2013.

Moreno, L. *Reformas de las políticas del bienestar en España.* Siglo XXI de España Editores, 2009.

Navarro, V. *Globalización económica, poder político y Estado del bienestar. Ciudad.* Editorial Ariel, 2004: 31-167.

Rayén Quiroga, M. *Indicadores de sostenibilidad ambiental y de desarrollo sostenible: estado del arte y perspectivas.* CEPAL, septiembre de 2001: 77-86.

Sedano Romera, J. P. *Los pilares del sistema de bienestar social.* Disponible en: http://www.ideal.es/granada/20081003/opinion/pilares-sistema-bienestar-social-20081003.html. [Último acceso: 9 de noviembre de 2013].

Spadaro, A. *Fundamentos económicos y sociales para un Estado de bienestar social.* http://www.uib.es/depart/deaweb/webpersonal/amedeospadaro/Primeraparte.pdf. [Último acceso: 2 de noviembre de 2013].

2.3. ESTRATEGIAS PARA MEJORAR LA CALIDAD DE VIDA: ENVEJECIMIENTO ACTIVO

Antonio Moreno Villena
Doctor en Medicina y Cirugía, especialista en Medicina del Trabajo, coordinador del área sanitaria de Grandes Clientes de la Sociedad de Prevención de FREMAP

Resumen

El concepto de calidad de vida ha comenzado a utilizarse cada vez más en el campo de las evaluaciones en salud o como medida de bienestar. En primer lugar, se plantea la relación entre calidad de vida y renta per cápita; en segundo lugar, se introduce el concepto del bienestar subjetivo y satisfacción, para pasar a explicar las estrategias para mejorar la calidad de vida y el denominado envejecimiento activo.

1. **Introducción** (OMS, 1998; Urzúa, 2012; Inglehart, 2001; BM, 2013; Bognar, 2005; Campbell, 1981; Meeberg, 1993; Campbell, 1976; Haas, 1999; Smith, 1999; Cummins, 2004)

El concepto de calidad de vida ha comenzado a utilizarse cada vez más en el campo de las evaluaciones en salud o como medida de bienestar. Pese a esto, no existe una definición única del concepto ni una completa diferenciación con otros similares, siendo frecuentemente mal utilizado (Urzúa, *2012*), probablemente debido a cómo comenzaron los primeros estudios e investigaciones en este área.

Uno de los indicadores más utilizados, si bien no el único a este respecto, ha sido el Índice de Desarrollo Humano (IDH) para los diferentes países y que fue establecido por las Naciones Unidas en su Programa General para el Desarrollo (PNUD). Este índice comprende, como variables, la esperanza de vida, el nivel de educación alcanzado (entendido este como la tasa de alfabetización de adultos y

la tasa bruta combinada de matriculación en educación primaria, secundaria y superior) y el producto interior bruto (PIB) per cápita o renta per cápita (RPC).

El último de los parámetros citado, la renta per cápita, es un indicador comúnmente usado para estimar la riqueza económica de un país, si bien muchos investigadores y un elevado número de evidencias demuestran que la renta per cápita está positivamente correlacionada con la calidad de vida de los habitantes de un país o área socio-geográfica con una cierta renta per cápita (desde un punto de vista macroeconómico); esto comienza a separarse de la realidad cuando el país tiene una renta per cápita muy elevada.

Es decir, en países muy pobres un incremento de la renta per cápita, en general, va relacionado con un aumento del bienestar general de la población, especialmente si la distribución de la renta no es muy desigual. Sin embargo, en los países de renta más alta existe menos relación entre los indicadores de salud, educación y satisfacción general manifestada por los encuestados y, por ello, la RPC va perdiendo utilidad para medir el bienestar de la población en estos casos (Inglehart, 2001; BM, 2013).

Pero este tipo de indicador, muy usado en la década de los sesenta y setenta, no llegaba a concretar, según diferentes autores y grupos de investigación, dado que sólo llegaba a explicar un 15% en la varianza de la calidad de vida (CV) individual (Bognar, 2005).

La utilización del concepto de calidad de vida puede remontarse a los Estados Unidos después de la Segunda Guerra Mundial, como una tentativa de los investigadores de la época de conocer la percepción de las personas acerca de si tenían una buena vida o si se sentían financieramente seguras (Campbell, 1981; Meeberg, 1993).

Por otro lado, investigadores del área de la psicología plantearon que mediciones subjetivas, expresadas por las personas, podrían dar cuenta de un mayor porcentaje de varianza en la CV de las mismas, toda vez que indicadores psicológicos como la felicidad y la satisfacción explicaban casi un 50% de la varianza observada (Campbell, 1976; Haas, 1999).

Hoy en día y para muchos autores, el concepto de CV tiene su vinculación, justificación y origen no sólo en el hecho económico en sí, sino en la posibilidad de identificar y obtener resultados relevantes para las investigaciones en el área de la salud, siendo de mayor peso específico las investigaciones en cuanto al

concepto del bienestar subjetivo y satisfacción de las personas con la vida que desarrollan. En la actualidad, son tres las ramas de saber que estudian la calidad de vida desde sus posibles múltiples aspectos, a saber, la economía, la medicina y las ciencias sociales, lo que provoca, por un lado, hallazgos y conceptos multidisciplinares, pero, por otro, aspectos que, en ocasiones, son difíciles de agrupar en un único enfoque (Smith, 1999; Cummins, 2004).

Debido a toda esta disparidad de criterios y a que nuestro enfoque se basa principalmente, aunque no de forma única, en la salud, vamos a reseñar lo que a este respecto refiere la Organización Mundial de la Salud (OMS).

El grupo de estudio de calidad de vida de la OMS ha definido a esta como "la percepción de un individuo de su situación de vida, puesto en el contexto de su cultura y sistemas de valores, en relación con sus objetivos, expectativas, estándares y preocupaciones" (OMS, 1998).

Este concepto, como casi todas las declaraciones o definiciones globales, abarca un amplio abanico de aspectos, entre los que podemos destacar, como no, la salud física, la anímica, el nivel de independencia, las relaciones sociales, las creencias personales y su relación con las características más destacadas del medio ambiente en el que la persona desarrolla su actividad diaria.

Se puede caracterizar cada una de las facetas de la calidad de vida definidas por la OMS como una descripción de una conducta, un estado, una capacidad o potencial o una percepción o experiencia subjetivas. Por ejemplo, el dolor es una percepción o experiencia subjetiva; se puede definir la fatiga como un estado; o la movilidad como una capacidad (para moverse) o como un comportamiento (el de caminar propiamente). Según la OMS, se ha descrito una definición de cada una de las facetas de la calidad de vida según su evaluación.

Pero quizá, de forma más sencilla y "popular", podríamos decir que la calidad de vida es un concepto subjetivo, basado en necesidades objetivas, que son diferentes para cada persona, en tipo e intensidad, en función de su evolución y edad, y que dependen de cómo cada una interpreta su "estándar de vida".

2. Parámetros a considerar en relación con la calidad de vida (OCDE, 2011, 2013; Schalock, 1997)

La calidad de vida no se percibe de igual forma si se evalúa o intenta definir desde una perspectiva económica, cultural, demográfica o de salud, entre otras posibles.

La calidad de vida está compuesta de factores o determinantes dispares que no permiten definir un índice específico y satisfactorio para su medición, máxime cuando la misma tiene una importante carga de subjetividad. La selección de los parámetros o factores que deben constituir dicho índice y el peso específico que cada uno ha de tener en la hipotética ecuación del mismo dependen, en buena medida, de la capacidad que se tenga para que puedan ser medidos de forma homogénea y con criterios similares de aplicabilidad para poder realizar, a partir de sus resultados, un correcto seguimiento, estimaciones ajustadas a la realidad y que posibilite el establecimiento de valoraciones comparativas correctas.

Entonces... ¿Tenemos algún instrumento que nos permita medir realmente nuestra calidad de vida?

En 2011, la Organización para Cooperación y Desarrollo Económicos (OCDE), con sede en París, publicó los resultados sobre un estudio que realizó entre los habitantes de sus 34 países miembros, en relación con la calidad de vida, creando una herramienta "online" para acceder a dicha información y poder realizar valoraciones comparativas (OCDE, 2011).

En este estudio se señalaron como factores de medición de la calidad de vida los siguientes: vivienda, ingresos, empleo, confort, seguridad, comunidad, educación, medio ambiente, gobernanza o salud, la satisfacción que a cada uno le produce su vida y el equilibrio entre el trabajo y vida privada.

De entre estos 34 miembros, los países que obtuvieron los mejores resultados fueron Australia, Canadá, Dinamarca, Nueva Zelanda, Noruega y Suecia, mientras que los más alejados fueron Chile, Estonia, Hungría y México.

Según estos datos, las estrategias enfocadas a la obtención y mantenimiento sostenible de un determinado nivel de calidad de vida deberán contemplar los aspectos reseñados en dicho estudio de la OCDE, lo que significaría que no hay un único campo de actuación, sino que han de ser varios, y lo que es más importante, algunos de ellos requerirán actuaciones combinadas y de tipo sinérgico.

Según Robert L. Schalock, experto mundial en el campo de la discapacidad intelectual y la calidad de vida, siempre se ha hablado de calidad de vida, si bien, lo que es ahora nuevo es "nuestro intento de utilizar este concepto como un proceso y un principio organizativo para mejorar las vidas de las personas con discapacidad y para evaluar los resultados y la validez social de las prácticas actuales de rehabilitación" (Schalock, 1997).

Las necesidades, aspiraciones e ideales relacionados con una vida de calidad varían en función de la etapa evolutiva; es decir, que la percepción de satisfacción se ve influida por variables ligadas al factor edad. Esto ha dado lugar al análisis de los diferentes momentos del ciclo evolutivo: la infancia, la adolescencia y la vejez.

En la infancia y la adolescencia los estudios consideran, en función de la edad, cómo repercuten situaciones especiales (la enfermedad crónica particularmente: asma, diabetes, por ejemplo) en la satisfacción percibida con la vida.

En la tercera edad los estudios han prestado especial atención a la influencia que tiene sobre la calidad de vida las actividades de ocio y tiempo libre, el estado de salud física y los servicios que reciben las personas mayores (Denis, 1994).

En este sentido, la Comisión Europea ha dado un paso importante con la puesta en marcha del proyecto piloto sobre envejecimiento activo y saludable. La finalidad de este proyecto es conseguir que los ciudadanos vivan más tiempo de forma independiente y con buena salud, incrementando en dos el número medio de años que se vive saludablemente. Asimismo, se pretende mejorar la sostenibilidad y la eficiencia de nuestros sistemas sociales y de asistencia sanitaria y crear un mercado de la Unión Europea y mundial de productos innovadores con nuevas oportunidades para las empresas europeas (UE, 2010).

De todos los aspectos tratados con anterioridad, sólo el abordaje de alguno de ellos puede hacerse desde aquí por las características de esta obra. Considerando los datos expuestos hasta ahora y los determinantes de esa "calidad de vida", tanto subjetiva como objetiva, hay uno de ellos cuyo análisis es especialmente complejo y, por ello, es el tema principal de este trabajo: el envejecimiento de la población.

El envejecimiento de la población y la longevidad alcanzada aportan parámetros y aspectos de gran relevancia e incidencia en el mantenimiento de la calidad de vida. De entre los existentes, destacaremos tres que tienen mayor relación con el tema que nos ocupa.

Uno de tipo económico relacionado con las prestaciones sociales de jubilación, que se ven incrementadas con la mayor esperanza de vida alcanzada en la actualidad.

Otro de tipo sanitario que, a su vez, se ve agravado con los elevados costes económicos asociados a los procesos crónicos, que son los de mayor prevalencia en esta etapa de la vida.

Por último, junto a los dos anteriores, pero de forma complementaria a ellos, la "pérdida de capacidades" debida al propio envejecimiento, haciendo que tengamos que hacer adecuaciones del sistema para que este permita el desarrollo y la realización de las personas mayores tanto social, personal y laboralmente.

3. Estrategias para mejorar la calidad de vida: envejecimiento activo

El ser humano tiende a envejecer de forma inevitable. El envejecimiento es parte del ciclo biológico de la vida y, con él, se alteran nuestras capacidades de relación con nuestro entorno, en mayor o menor grado.

Según palabras de la directora general de la OMS, Gro Harlem Brundtland, en una exposición en 1999, "El envejecimiento de la población es, ante todo y sobre todo, una historia del éxito de las políticas de salud pública, así como del desarrollo social y económico...".

Aunque parezca una paradoja, que la población del mundo esté envejeciendo rápidamente ha de ser motivo de celebración. Por una parte, este fenómeno evidencia que hemos conseguido grandes logros contra las enfermedades, en general, incrementando la longevidad, y contra la mortalidad infantil y maternal, en particular.

Por otro lado, el descenso de la natalidad, como efecto del control de la mujer sobre su propia maternidad, ha contribuido a dicho envejecimiento poblacional global.

Durante el siglo XXI, el envejecimiento a escala mundial impondrá mayores exigencias económicas y sociales a todos los países. Al mismo tiempo, las personas de edad avanzada ofrecen valiosos recursos, a menudo ignorados, que realizan una importante contribución a la estructura de nuestras sociedades (UN).

La tasa de envejecimiento de la población mundial está aumentando a una significativa velocidad. Según los cálculos de la OMS, entre 2000 y 2050, la proporción de los habitantes del planeta mayores de 60 años se duplicará (en valor relativo), pasando del 11 al 22%, lo que en valor absoluto supone que este grupo de personas pasará de 605 millones en el año 2000 a 1.200 millones en 2015 y a 2.000 millones en 2050.

Cuando en 1995 la OMS modificó el nombre de su "Programa de Salud de las Personas Mayores" por el de "Envejecimiento y Salud", marcó un importante cambio de orientación. El nuevo nombre consideraba una perspectiva de todo el curso vital: todos envejecemos, y la manera mejor de asegurar una buena salud para las futuras generaciones de personas mayores es prevenir las enfermedades y promover la salud durante todo el ciclo vital. Por el contrario, sólo puede comprenderse bien la salud de aquellos que actualmente se encuentran en la vejez si se tienen en cuenta los acontecimientos de la vida por los que han pasado (OMS, 2002b).

El "Año Internacional de las Personas de Edad" (1999) marcó un hito en la evolución del trabajo de la OMS sobre el envejecimiento y la salud. Ese año, el tema del Día Mundial de la Salud fue "el envejecimiento activo marca la diferencia" y la directora general de la OMS, la Dra. Gro Harlem Brundtland, puso en marcha el "Movimiento global para el envejecimiento activo". Con tal ocasión, la Dra. Brundtland comentó: "Conservar la salud y la calidad de vida durante toda la vida será una valiosa contribución para lograr vidas plenas, una comunidad intergeneracional armoniosa y una economía dinámica. La OMS se ha comprometido a fomentar el envejecimiento activo como un componente indispensable de todos sus programas de desarrollo" (OMS, 2002b).

En el año 2000, la OMS volvió a cambiar el nombre del programa a "Envejecimiento y Ciclo Vital", para reflejar así la importancia de una perspectiva que abarque todas las fases de la vida. Posteriormente, se ha agregado una mejora ulterior al concepto de "envejecimiento activo" y se ha trasladado a todas las actividades del programa, entre las que se incluyen la investigación y la formación, la diseminación de la información, la defensa y el desarrollo de las políticas (OMS, 2002b).

La Segunda Asamblea Mundial de las Naciones Unidas sobre el Envejecimiento, celebrada en Madrid (España) del 8 al 12 de abril de 2002, adoptó por unanimidad la llamada "Declaración Política y el Plan de Acción Internacional de Madrid sobre el Envejecimiento, 2002". Entre las contribuciones aportadas por la OMS a la Asamblea, cabe citar la presentación de un marco normativo (OMS,

2002) y la formulación de planes de acción regionales para la ejecución del Plan Internacional, en particular por la Comisión Económica de las Naciones Unidas para Europa, la Comisión Económica y Social de las Naciones Unidas para Asia y el Pacífico y la Comisión Económica de las Naciones Unidas para América Latina y el Caribe.

En la 55ª Asamblea Mundial de la Salud se presentaron informes sobre el contenido del marco normativo, las conclusiones de la Segunda Asamblea Mundial y de las aportaciones hechas por la OMS desde 2002 para la ejecución del Plan de Acción Internacional, así como los resultados de la difusión del marco normativo sobre el envejecimiento activo, todo lo cual se recogió en el acta de la 58ª Asamblea Mundial de la Salud de 2005 (OMS, 2005).

La OMS define el *envejecimiento activo* como "el proceso de optimización de las oportunidades en relación con la salud, la participación y la seguridad para mejorar la calidad de vida a medida que se envejece" (OMS, 2005).

> "El marco normativo, que tiene en cuenta los determinantes de la salud a lo largo de la vida, ha contribuido tanto a la formulación de políticas sobre el envejecimiento a escala nacional y regional como a orientar la investigación científica sobre el envejecimiento; también ha influido en la aplicación práctica de políticas en el plano comunitario. Los responsables de la formulación de políticas a distintos niveles han adoptado los enfoques conceptuales del marco. Ahora se están preparando indicadores básicos para vigilar la aplicación de las políticas relativas al envejecimiento activo, que deberían estar a punto en 2005" (OMS, 2005).

La Sexta y Séptima Conferencias Mundiales de la Federación Internacional de la Vejez (celebradas en Perth, Australia, del 27 al 30 de octubre de 2002 y en Singapur del 4 al 7 de septiembre de 2004, respectivamente) y el XVIII Congreso Mundial de Gerontología (que se celebró en Río de Janeiro, Brasil, del 26 al 30 de junio de 2005), incorporaron a sus respectivos programas el enfoque conceptual del envejecimiento activo. Dicho enfoque contempla tres pilares principales: salud, participación y seguridad (véase figura 1).

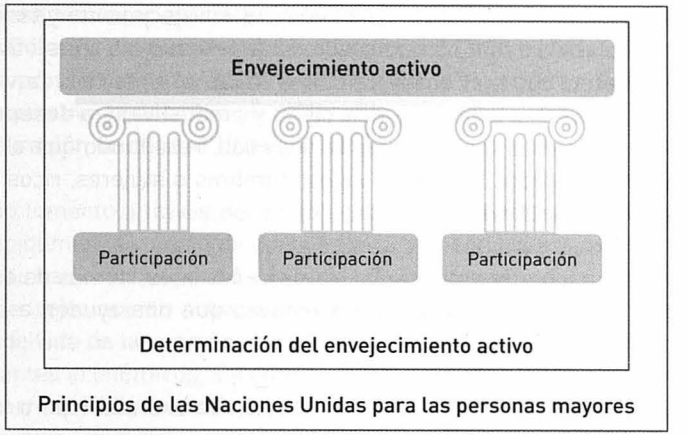


Figura 1. Los tres pilares de un marco político para el envejecimiento activo
(Rev Esp Geriatr Gerontol 2002; 37(S2): 74-105)

La buena salud es fundamental para que las personas mayores mantengan su independencia y sigan siendo útiles para sus familias y comunidades. En el Plan de Acción Internacional de Madrid se atribuye prioridad al acceso a la atención primaria de salud y, por consiguiente, la OMS ha situado esta cuestión en un primer plano, a fin de facilitar los contactos y la atención periódicos y continuos que necesitan las personas de edad para prevenir o retrasar la aparición de enfermedades crónicas que, a menudo, son discapacitantes (OMS, 2005).

La OMS ha puesto en marcha diversos proyectos complementarios centrados en la prestación de una atención integrada que aspira a estar al alcance de todos los interesados, ser de fácil acceso, tener un amplio alcance, ser eficaz y tener en cuenta tanto el género como la edad (OMS, 2004a).

El Centro OMS para el Desarrollo Sanitario, Kobe (Japón), ha publicado un glosario sobre atención de salud basada en la comunidad para las personas de edad que contiene terminología y definiciones normalizadas (OMS, 2004b).

El enfoque del envejecimiento activo busca eliminar la discriminación por razón de la edad y reconocer la diversidad de las poblaciones ancianas. Las personas mayores y sus cuidadores necesitan involucrarse activamente en la planificación, la aplicación y la evaluación de políticas, programas y actividades de desarrollo del conocimiento relacionadas con el envejecimiento activo.

El Día Mundial de la Salud del 2012 se dedicó al envejecimiento y la salud, y el lema que marcó ese día fue "La buena salud añade vida a los años". Dicha campaña quiso mostrar cómo el gozar de buena salud durante toda la vida puede ayudarnos en la vejez a tener una vida plena y productiva, y a desempeñar un papel activo en nuestras familias y en la sociedad, resaltando que el envejecimiento nos afecta a todos, jóvenes o viejos, hombres o mujeres, ricos o pobres, con independencia de dónde vivamos.

Pero para llegar a tener buena salud a través de los años, hemos de establecer, previamente, estrategias y acciones preventivas que nos ayuden a conseguir ese fin.

Desde un punto de vista fisiológico, la realización de una actividad o tarea conlleva una serie de demandas que producen y evocan una respuesta en la persona en función de sus capacidades individuales. Dichas capacidades estarán influenciadas por el estado de salud de la persona, por sus características físicas y anímicas, por sus habilidades, su formación, su experiencia en el puesto, como no, por la edad...

El término "envejecimiento activo" fue adoptado por la Organización Mundial de la Salud a finales de los noventa con la intención de transmitir un mensaje más completo que el de "envejecimiento saludable" y reconocer los factores que junto a la atención sanitaria afectan a la manera de envejecer de los individuos y las poblaciones (Kalachea, 1997).

Según la OMS, "El envejecimiento activo es el proceso de optimización de las oportunidades de salud, participación y seguridad con el fin de mejorar la calidad de vida a medida que las personas envejecen [...] incluyendo aquellas personas frágiles, discapacitadas o que necesitan asistencia" (OMS, 2002b).

El envejecimiento activo se fundamenta en los derechos humanos de las personas mayores y en el reconocimiento de los Principios Universales de las Naciones Unidas en favor de las Personas de Edad, siendo estos la independencia, la participación, la dignidad, la asistencia y la realización de sus propios deseos.

En este marco, el envejecimiento activo viene a sustituir el paradigma basado en las necesidades y en percibir a la personas mayores como sujetos pasivos, pasando a ser el eje principal de las actuaciones encaminadas a garantizar el reconocimiento de las personas mayores como objetos y sujetos de sus derechos (OMS, 2002b).

> "Para fomentar el envejecimiento activo, es necesario que los sistemas sanitarios tengan una perspectiva del ciclo vital completo y se orienten a la promoción de la salud, la prevención de las enfermedades y el acceso equitativo tanto a una atención primaria como a una asistencia de larga duración de calidad" (OMS, 2002b).

Para dicho fomento a través del establecimiento de estrategias, desde un punto de vista epidemiológico, han de conocerse cuáles son los determinantes que influyen en dicha potencial pérdida de la salud. En este caso, para establecer estrategias de envejecimiento activo que sean eficientes y ayuden a mejorar la salud y calidad de vida de las personas mayores, hemos de tener presente que existen determinantes económicos, sociales, conductuales, personales, del entorno físico y los correspondientes a la sanidad y los servicios sociales (véase figura 2).

El género y la cultura son lo que podríamos definir como "determinantes mayores" que pueden modificar e incluso dificultar la aplicación de las estrategias establecidas, en función de las características socioculturales.

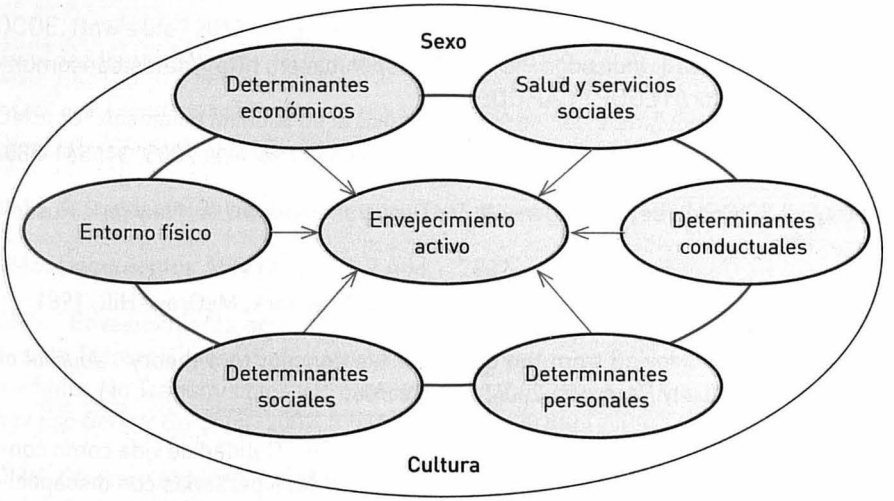


Figura 2. Determinantes del envejecimiento activo (adaptado de la definición de la OMS)

La promoción de la salud y la prevención de las enfermedades son dos elementos básicos del modelo de envejecimiento activo.

La promoción de la salud es el proceso que permite a las personas controlar y mejorar su salud. La prevención de las enfermedades incluye la prevención y el tratamiento de las patologías que son especialmente frecuentes a medida que las personas envejecen: las enfermedades no transmisibles y las lesiones. La prevención se refiere tanto a la prevención "primaria" (por ejemplo, evitar el tabaquismo), como a la prevención "secundaria" (por ejemplo, la detección selectiva precoz de las enfermedades crónicas), o a la prevención "terciaria", por ejemplo, el tratamiento clínico apropiado de las enfermedades. Todo esto contribuye a reducir el riesgo de discapacidades.

Las estrategias de prevención de las enfermedades, que también pueden abordar las enfermedades infecciosas, ahorran dinero a cualquier edad. Por ejemplo, se calcula que vacunar a los adultos ancianos contra la gripe, en las campañas anuales que están establecidas desde las acciones de salud hacia la población en este rango de edad, ahorra entre 30 y 60 dólares en los gastos de tratamiento por cada dólar gastado en dichas vacunas (HD&HHRR, 1999).

4. Bibliografía

BM (Banco Mundial): Indicador PIB, 2013. Disponible en: http://datos.bancomundial.org/indicador/NY.GDP.PCAP.CD.

Bognar, G. "The concept of quality of life". *Social and Practice*. 2005, 31: 561-580.

Campbell, A., Converse, P., Rodgers, W. *The Quality of American Life*. New York. Russell Sage, 1976.

Campbell, A. *The sense of well-being in America*. New York. McGraw-Hill, 1981.

Cummins, R. A. "Moving from the quality of life concept to a theory". *Journal of Intellectual Disability Research*. 2004, 49: 699-706.

Dennis, R., Williams, W., Giangreco, M., Cloninger, Ch. "Calidad de vida como contexto para la planificación y evaluación de servicios para personas con discapacidad". *Siglo Cero*. 1994, 25(155): 5-18.

Haas, B. "Clarification and integration of similar quality of life concepts". *Journal of Nursing Scholarships*. 1999, 31: 215-220.

HD&HHRR. Departamento de Salud y Servicios Humanos de los EE. UU. *An Ounce of Prevention... What Are the Returns?* Atlanta: Departamento de Salud y Servicios Humanos de los EE. UU., Centros para el Control y la Prevención de las Enfermedades, 1999.

Inglehart, R.: *Modernización y postmodernización*, CSIC & Ed. Siglo XXI. Madrid, 2001.

Kalachea, A., Kickbusch, I. "A global strategy for healthy ageing". *World Health*. 1997: 4-5.

Meeberg, G. A. "Quality of life: A concept analysis". *Journal of Advanced Nursing*. 1993, 18: 32-38.

NU. *El envejecimiento de la población: desafíos para las políticas y los programas en los países desarrollados y en vías de desarrollo. Fondo de Población de las Naciones Unidas y Centro de Estudios CBGS de la Población y la Familia*. Nueva York. Fondo de Población de las Naciones Unidas, 2001.

OCDE. *Better Life Index*, 2011 (web específica de la OCDE publicada el 25 de mayo de 2011). Disponible en: http://www.oecdbetterlifeindex.org. Versión en castellano: http://www.oecdbetterlifeindex.org/es/.

OCDE. How's life? 2013. Measuring Well-being. OECD, 2013. Disponible en: http://www.oecdbetterlifeindex.org/media/bli/documents/ExecutiveSummary.pdf.

OMS. *58ª Asamblea Mundial de la Salud. Informe de Secretaria. Evolución estratégica de las acciones sobre envejecimiento*. Documento A58/19, abril de 2005.

OMS. *Active ageing: a policy framework*. Documento WHO/NMH/NPH/02.8, 2002.

OMS. Documentos A55/17 y A55/17 Add.1, 2002.

OMS. "Envejecimiento activo: un marco político. Grupo Orgánico de Enfermedades No Transmisibles y Salud Mental. Departamento de Prevención de las Enfermedades No Transmisibles y Promoción de la Salud Envejecimiento y Ciclo Vital". *Rev Esp Geriatr Gerontol*. 2002, 37(S2): 74-105; 2002(b).

OMS. *Glossary of terms for community health care and services for older persons*. Kobe, Centro OMS para el Desarrollo Sanitario, 2004(b).

OMS. *Health Systems: Improving Performance (World Health Report)*. Ginebra. Organización Mundial de la Salud, 2000(a).

OMS. *Manual de instrucciones de la OMS sobre la calidad de vida*. Ginebra. Organización Mundial de la Salud, 1998: 61-71. Reproducido de *WHOQOL user manual*,

documento inédito WHO/MNH/MHP/98.3; se puede solicitar al Programa de Salud Mental, Organización Mundial de la Salud, 1211 Ginebra 27 (Suiza), 1998. Disponible en: http://apps.who.int/medicinedocs/es/d/Js4930s/9.10.html.

OMS. *Towards age-friendly primary health care.* Ginebra. Organización Mundial de la Salud, 2004(a).

Schalock, R. L. "Three decades of Quality of Life". *Siglo Cero.* 1997, 28(2): 25.

Smith, K., Avis, N., Assman, S. "Distinguishing between quality of life and health satus in quality of life research: A meta-analysis2. *Quality of life research.* 1999, 8: 447-459.

UE, Comunicacion de la Comisión Europea COM(2010) 2020. Europa 2020: una estrategia para un crecimiento inteligente, sostenible e integrador. Disponible en: http://ec.europa.eu/commission_2010-2014/president/news/documents/pdf/20100303_1_es.pdf.

Urzúa, A. Caqueo-Urizar, A. "Calidad de vida: una revisión teórica del concepto". *Rev. Terapia Psicológica.* 2012, 30(1): 61-71.

2.4. DETERMINACIÓN DE LA FORMA FÍSICA

José Carlos Ramos Ciuró
Médico del Trabajo y Medicina de la
Educación Física y Deporte. PREMAP Seguridad y Salud

Resumen

La determinación de la forma física implica la valoración de los múltiples componentes que conforman la condición física, ya sea desde un punto de vista de la salud o del rendimiento deportivo. El estudio de la composición corporal mediante la cineantropometría, la resistencia cardiovascular, para calcular el consumo máximo de oxígeno de forma directa, o su estimación de forma indirecta mediante pruebas de campo. La valoración de la fuerza muscular con el test de repetición máxima y de otros componentes como la flexibilidad, la velocidad y el equilibrio completan la determinación de la forma física. Existen pruebas más complejas con la necesidad de supervisión médica como la ergometría o la ergoespirometría para valorar el consumo de oxígeno y la dinamometría isocinética para estudiar la fuerza muscular.

1. Introducción

Uno de los pilares básicos para conseguir un estilo de vida saludable es la realización de actividad física o la práctica de deporte, reforzado por la existencia de evidencias científicas de los beneficios producidos en la salud en aquellas personas que realizan dichas actividades. La determinación de la forma física o condición física del sujeto puede ser utilizada para la valoración funcional de la persona y para la prescripción del ejercicio para mejorar la salud. Conocer el estado de forma física del sujeto constituye un importante predictor de la expectativa y calidad de vida.

Nos encontramos con multitud de definiciones para el término de "condición física" *(physical fitness)* propuestas por diferentes autores e instituciones. La OMS la define como la capacidad de una persona para realizar satisfactoriamente el trabajo muscular. El American College of Sports Medicine define la forma física como la capacidad para realizar la actividad física a niveles de moderados a vigorosos, sin que aparezca fatiga, y con suficiente energía para disfrutar del tiempo libre u ocio y para afrontar emergencias inesperadas.

La prescripción del ejercicio intenta mejorar e incrementar el nivel de actividad de una persona con distintos objetivos: mejorar la condición física, reducir los factores de riesgo de determinadas enfermedades crónicas y realizar el ejercicio físico con un menor riesgo. La duración e intensidad del ejercicio necesario para reducir el riesgo de presentar una enfermedad de forma significativa es considerablemente menor que el necesario para adquirir y mantener una buena condición física. Lo ideal sería promover directamente la mejora de la condición física del sujeto, pero es preferible en primer lugar estimular a esa persona a ser físicamente activo, ya que es previsible que en los sujetos previamente sedentarios alcancen la forma física adecuada si primero realizan actividad física.

La medición de la condición física es fundamental en el control de los deportistas de competición para valorar su progresión y respuesta a las cargas de entrenamiento. En el caso de aquellos sujetos que inician una actividad deportiva o actividad física, es necesario evaluar el estado inicial de forma física, unido a un examen médico previo para poder identificar y excluir a aquellas personas con contraindicaciones médicas al ejercicio o con dolencias clínicamente significativas que requieren un control médico de supervisión, y con todo ello poder establecer una programación física personalizada ("prescripción de ejercicio para la salud") y establecer las cargas de trabajo de inicio. La realización de ejercicio requiere una evaluación periódica para valorar la consecución de los objetivos propuestos y conseguir de esa forma una mejora progresiva de la forma física.

Dependiendo de las pruebas o test a realizar, algunas necesitarán salas preparadas y dotadas de material y personal especializado, en otras pueden ser realizadas por los preparadores físicos.

La condición física engloba todas las capacidades o cualidades que una persona requiere para la práctica de ejercicio. Los componentes de la condición física se pueden dividir en dos grupos: uno relacionado con la salud y otro con el rendimiento deportivo.

1.1. Condición física relacionada con la salud

Se refiere a aquellas capacidades o componentes de la condición física relacionados con el estado de la salud. La práctica de ejercicio físico provoca adaptaciones que mejoran o mantienen la condición física. Estas capacidades, por tanto, mejoran con el entrenamiento adecuado y están asociadas a un bajo riesgo de presentar enfermedades derivadas del sedentarismo.

La resistencia es la capacidad física y psíquica para soportar esfuerzos relativamente prolongados. La resistencia cardiorrespiratoria o capacidad aeróbica representa una medida directa del estado general de salud y es el elemento más relacionado con la salud cardiovascular; nos aporta la capacidad para realizar tareas que requieren la utilización de grandes grupos musculares para un esfuerzo de intensidad leve o moderada durante un tiempo prolongado. El consumo máximo de oxígeno (VO2 máx.) es la variable que mejor define esta capacidad. Se puede mejorar la resistencia cardiovascular con actividades continuas, como correr, nadar, ciclismo, etc. La progresión debe ser gradual a medida que se mejora la forma física y la actividad debe ser de fácil acceso y seleccionada por el sujeto para facilitar la adherencia al programa de ejercicios, sobre todo de aquellas personas previamente sedentarias.

La resistencia muscular es la capacidad para realizar un esfuerzo de intensidad elevada durante un tiempo relativamente largo. El entrenamiento de la resistencia muscular fortalece los músculos y mejora la perfusión muscular. Las reservas de glucógeno intramuscular aumentan en personas entrenadas en actividades de resistencia. La fuerza muscular es la capacidad del músculo para generar tensión y superar una fuerza contraria. La fuerza muscular es una cualidad física fundamental para el rendimiento deportivo, para el mantenimiento de la salud y para la mejora de la calidad de vida de las personas; es un predictor de calidad de vida y de expectativa de vida independiente.

La composición corporal estudia los diferentes componentes corporales. La flexibilidad es la capacidad de realizar movimientos con la mayor amplitud posible, está compuesta por la movilidad articular y la elasticidad muscular, siendo un elemento favorecedor del resto de capacidades.

1.2. Condición física relacionada con el rendimiento deportivo

Busca obtener un rendimiento en un deporte determinado, cada deporte necesita un equilibrio de los diferentes componentes de la condición física como la agilidad, el equilibrio, la coordinación, la velocidad, la potencia, el tiempo de reacción, la resistencia cardiovascular, la resistencia muscular, la fuerza muscular, la composición corporal y la flexibilidad. Intenta lograr maximizar el potencial genético del deportista con un entrenamiento físico y mental apropiado con el objetivo de preparar la competición. Las ciencias aplicadas al deporte utilizan el conocimiento científico en beneficio del estado físico y psicológico de la población en cualquier nivel de desarrollo deportivo. La base ha sido la medicina del deporte, al que se han ido incorporando progresivamente distintas ciencias como la psicología del deporte, la nutrición, la biomecánica, etc., con la finalidad de mejorar el rendimiento deportivo de los atletas.

Desde el punto de vista laboral, hay profesiones con un alto requerimiento físico para ejercer sus tareas, por lo que el trabajador debe obtener y mantener una buena condición física a lo largo de toda su vida laboral. Los aspirantes a estas profesiones deben someterse a fases de entrenamiento para mejorar las capacidades físicas implicadas en su profesión (fuerza, velocidad, etc.). En los procesos de selección de personal, los aspirantes se someten a pruebas para valorar su condición física. En el caso de una disminución de la forma física de estos trabajadores, aumentarán los riesgos de sufrir un accidente laboral.

En el ámbito de la empresa, existen otras razones para obtener y mantener una correcta forma física, ya sea para mejorar la salud o la calidad de vida de los trabajadores o para obtener un rendimiento profesional. Las personas con mejor forma física pueden realizar su trabajo diario con mayor facilidad, pudiendo incluir actividades recreativas en su día a día sin la aparición de agotamiento.

2. Valoración de la condición física

La valoración de la condición física permite tomar decisiones a partir de los resultados obtenidos. En las últimas décadas han evolucionado las baterías de pruebas diseñadas para valorar la situación del sujeto y poder compararlo con respecto al grupo. Los primeros protocolos estaban dirigidos a valorar la capacidad física relacionada con el rendimiento deportivo de la condición física: AAHPERD (1958, modificada en 1976 y 1980), Batería de Fleishman (1964), Batería de la CAHPER (1966), Batería de la ICSPFT (1970), todas ellas orientadas al rendimiento deportivo.

A mediados de los noventa, se incluyen pruebas claramente orientadas con la condición física relacionada con la salud, comienzan a publicarse distintos test, entre ellos: la Batería Eurofit para adultos (Oja, Tuxworth, 1995), la Batería AFISAL-INEFC (Rodríguez *et al.*, 1995), la Canadian Physical Activity, Fitness and Lifestyle Appraisal (1996) y la Health-Related Fitness Test Battery for adults UKK (Suni *et al.*, 1996).

La Batería Eurofit para adultos está dirigida expresamente a la población en edad laboral (de 18 a 65 años). Sobre la base de la Batería Eurofit para niños aprobada en 1987, se genera esta batería en el marco del Comité para el Desarrollo del Deporte del Consejo de Europa, concebida con el objeto de promover la salud, las capacidades funcionales y el bienestar de los individuos y de las poblaciones, mediante un instrumento de medición y evaluación de las dimensiones de la condición física relacionada con la salud, dentro de un proyecto con la voluntad de aplicar el principio del Deporte para Todos. La batería está estructurada con un orden, estableciéndose pruebas de prioridad 1, 2 y 3, en función de la importancia relativa de las dimensiones de la aptitud valorada en relación con la salud.

En la actualidad existen multitud de estudios que combinan diferentes test o pruebas para la determinación de la condición física que pueden ir dirigidas a la población general o a un colectivo específico.

A continuación describiremos distintos métodos para evaluar las variables que componen la condición física.

2.1. Valoración de la composición corporal

El estudio de la composición corporal resulta imprescindible para comprender el efecto que tienen la dieta, el crecimiento, el ejercicio físico, la enfermedad y otros factores del entorno sobre el organismo (Valtueña *et al.*, 1996). Existe una gran diversidad de métodos y técnicas para la evaluación de la composición corporal, la elección dependerá del grado de precisión y exactitud que requiera la evaluación y de los recursos que dispongamos. Desde los métodos más sencillos hasta los análisis más complejos con medición de pliegues cutáneos y diámetros o el uso de instrumental específico para determinar el porcentaje de los distintos tejidos corporales.

La medición de la talla y el peso nos permite obtener el índice de masa corporal (IMC), peso en kilogramos dividido por la talla en metros al cuadrado. Este método tiene el inconveniente de no especificar el componente graso o magro de la

composición corporal; es decir, no distingue si el sobrepeso se debe a la hipertrofia muscular fisiológica de los deportistas o a un aumento de la grasa corporal.

El índice cintura-cadera es una medida antropométrica específica para medir los niveles de grasa intraabdominal. Se calcula dividiendo el perímetro abdominal en la cintura entre el perímetro de la cadera. Nos informa de la distribución de la grasa corporal. Un aumento del valor del índice (1 en hombres y 0,8 en mujeres) indicaría obesidad abdominovisceral, asociado a un aumento de riesgo cardiovascular y otras enfermedades metabólicas relacionadas con la obesidad.

La combinación de una serie de medidas antropométricas como el peso, la estatura, los pliegues cutáneos de grasa, los diámetros óseos y los perímetros musculares nos sirven como variables dependientes predictoras de la masa grasa y masa libre de grasa, así como de otras fracciones como la masa muscular esquelética, basadas en variables antropométricas siempre y cuando se proceda de forma estricta en la toma de la medida.

La bioimpedancia eléctrica es un método rápido, barato y no invasivo para la evaluación de la composición corporal. La impedancia eléctrica mide la oposición al flujo de una corriente por el cuerpo entero. La resistencia o impedancia será más grande en individuos con grandes cantidades de tejido adiposo. Los tejidos acuosos con gran disolución de electrolitos (tejido muscular) serán grandes conductores eléctricos y no así la grasa y el hueso. Las medidas de impedancia están estrechamente relacionadas con la cantidad de agua corporal total.

2.2. Test de campo

A continuación se describe una serie de test para la valoración de la condición física, la mayoría incluida en alguna de las baterías publicadas. Las pruebas deben realizarse escrupulosamente y con el máximo empeño, se debe informar al sujeto sobre la naturaleza de la prueba y su objetivo.

2.2.1. Prueba de resistencia cardiorrespiratoria

El indicador de la resistencia cardiorrespiratoria más reconocido es el consumo máximo de oxígeno. Su medición directa precisa de un esfuerzo de intensidad máxima con los riesgos que supone, y requieren de una infraestructura material y personal especializado. Las pruebas submáximas son más seguras y permiten

estudiar el consumo máximo de oxígeno a costa de una pérdida de validez y fiabilidad. Estas pruebas calculan de manera indirecta el consumo máximo de oxígeno en la población general y en deportistas de todas las edades y sexos.

El test de Cooper se basa en recorrer la mayor distancia posible en doce minutos a una velocidad constante. En el test de Course-Navette, el sujeto va desplazándose de un punto a otro situados a 20 metros de distancia y realizando un cambio de sentido al ritmo indicado por una señal sonora que va acelerándose progresivamente. El momento en que el individuo interrumpe la prueba es el que indica su resistencia cardiorrespiratoria. El test de la marcha de seis minutos consiste en medir la distancia máxima que puede recorrer un sujeto durante los seis minutos.

También se puede utilizar el test de Banco de Astrand, que consiste en subir y bajar en cuatro tiempos un escalón de 33 cm para las mujeres y de 40 cm para los hombres. El ritmo a seguir se fija en 22,5 ciclos completos por minuto. Se mide la frecuencia cardiaca del sujeto en el minuto 5. A partir de este dato se lee el VO2 máx. en el nomograma de Astrand y Ryhming, que consta de cinco escalas; en la escala 3 nos da la lectura del VO2 máx. estimado.

2.2.2. Test de flexibilidad

Existe un nivel de flexibilidad general en función de la edad, sexo y características individuales. El grado de flexibilidad es relativamente específico para cada articulación. Se selecciona para su estudio las articulaciones más relevantes para la salud. Se puede utilizar un goniómetro para valorar en grados los límites articulares. Para medir la flexibilidad a través de pruebas indirectas, la prueba más conocida es el test de sit and reach, cuya finalidad es la valoración de la capacidad de extensión de la musculatura dorsal e isquiosural mediante la flexión hacia delante del tronco. Se ha encontrado una relación entre la cortedad isquiosural y los dolores lumbares. Hay que tener en cuenta que el entrenamiento de la fuerza y determinados deportes pueden producirla (carrera de fondo, de velocidad, ciclismo). Consiste en la medición de la distancia existente entre la punta de los dedos de la mano y el suelo o la tangente a la planta de los pies al realizar la máxima flexión del tronco activa con rodillas extendidas.

2.2.3. Test de fuerza-resistencia muscular

La fuerza muscular la podemos medir con el test de repetición máxima (1RM), dinamómetros o con test indirectos de tren inferior o superior. El test de repetición máxima es el método más simple para determinar la fuerza máxima de un grupo muscular. La prueba consiste en el peso máximo que se puede cargar en un determinado ejercicio en una única repetición. En adultos sedentarios se puede usar el 10 RM, que evita una carga demasiado elevada; existen tablas para el cálculo a partir de estas cargas submáximas. La realización de diferentes ejercicios permitirá la medición de la fuerza muscular de los distintos grupos musculares; prensa de piernas, press de banca, prueba de bíceps, etc.

La dinamometría manual consiste en la medición de la fuerza de la mano. Los test de salto nos permiten medir la fuerza explosiva del tren inferior, el salto puede ser vertical o longitudinal sin impulso. El lanzamiento del balón medicinal sirve para medir la fuerza explosiva general, con predominio de la musculatura de brazos y tronco.

Para medir la resistencia muscular se estudia la musculatura abdominal, importante por descargar el dorso en los levantamientos y estabiliza la columna vertebral. Con el sujeto tendido supino, con piernas flexionadas a la anchura de los hombros y las manos entrelazadas detrás de la cabeza, se comienza el ejercicio flexionando el tronco tocando con ambos codos sobre las rodillas, se repite este movimiento tan rápido como sea posible durante un minuto.

Otra forma de medir la fuerza-resistencia de manera indirecta consiste en flexiones de brazos suspendido de una barra horizontal, colgado de una barra sin que los pies toquen el suelo, elevar el cuerpo flexionando los brazos hasta que el mentón suba por encima de la barra. Repetir esta acción tantas veces como se pueda, hasta el agotamiento. Otra prueba consiste en realizar la mayor cantidad de "push up", el sujeto con el cuerpo en decúbito ventral realiza flexiones en los codos hacia el suelo.

2.2.4. Pruebas de velocidad

Para valorar la velocidad se utilizan carreras de velocidad de 20 metros, 50 metros, etc. Otras modalidades son carreras de ida y vuelta 10x5, carreras de ida y vuelta de 5 metros de distancia a máxima velocidad, efectuando cinco ciclos. El *tapping test* o golpeo de placas mide la velocidad de la extremidad superior,

el sujeto se coloca delante de la mesa con dos placas en su superficie, tras la señal de inicio debe tocar alternativamente los dos círculos 25 veces con la mano dominante tan rápido como pueda.

2.2.5. Pruebas de equilibrio

La prueba más popular es el test del equilibrio flamenco, que consiste en mantener el equilibrio en apoyo de un pie sobre una barra de tamaño previamente determinado, con la pierna libre debe flexionar la rodilla y coger con la mano del mismo lado el dorso del pie. Se contabiliza el número de ensayos que necesita el sujeto para lograr mantener el equilibrio durante un minuto.

2.3. Pruebas específicas con supervisión médica para la valoración funcional

2.3.1. Pruebas de esfuerzo

La prueba de esfuerzo consiste en la valoración de la respuesta del organismo durante la realización de un esfuerzo controlado, permitiendo el análisis integrado de la respuesta al ejercicio, evaluar la reserva funcional de los sistemas implicados en la misma y el grado de limitación de la tolerancia al ejercicio. En la prueba el sujeto se somete a un ejercicio físico creciente. Existen diversos protocolos publicados para la realización de la prueba, el más empleado es el protocolo de Bruce en tapiz rodante. La dureza del protocolo debe individualizarse según la resistencia del sujeto. La prueba se realiza con control electrocardiográfico y de presión arterial, para ello es preciso que un médico entrenado supervise la realización de la prueba. La prueba de esfuerzo es un proceso considerado habitualmente seguro, las posibles complicaciones son poco frecuentes; con el fin de evitar la aparición de estas, es fundamental tener presente las contraindicaciones para su realización, así como los criterios de detención de la prueba. Ante la posibilidad de presentarse complicaciones eléctricas graves, es imprescindible disponer de desfibrilador y material para una reanimación cardiopulmonar avanzada.

La finalización de la prueba de esfuerzo depende de varios factores: la más común es cuando se alcanza el límite de tolerancia al ejercicio; esto sucede cuando la capacidad de transporte y utilización de oxígeno no cubre el incremento de demanda energética producida, llegando al límite de la tolerancia al ejercicio.

El sujeto puede finalizar la prueba por presentar síntomas no tolerables como fatiga muscular e incluso dolor muscular y/o disnea. Además habría que detener la prueba ante la presencia de determinados síntomas o la aparición de datos electrocardiográficos que aconsejen suspenderla. También finalizará la prueba cuando se alcance el objetivo establecido de frecuencia cardiaca (máxima o submáxima).

La prueba de esfuerzo será máxima cuando el sujeto alcance el límite de tolerancia al esfuerzo o la frecuencia cardiaca máxima. Se considerará submáxima cuando se detiene al alcanzar el 85% de la frecuencia cardiaca máxima, esta última es de gran utilidad para determinar la condición física en sujetos aparentemente sanos. Durante la realización de un ejercicio submáximo, la capacidad de transporte de oxígeno cubre la demanda de oxígeno requerido por el metabolismo celular, los síntomas de disnea y fatiga muscular son tolerables y el ejercicio puede mantenerse durante un periodo relativamente prolongado, nos encontramos por debajo del umbral láctico. Una prueba de esfuerzo submáxima sirve para valorar la evolución de la condición física del sujeto, en este sentido destaca la determinación del umbral anaeróbico.

El consumo de oxígeno se expresa en MET (equivalentes metabólicos) que corresponden a 3,5 ml/kg/min de VO2 y que permiten la comparación entre los diferentes protocolos de prueba de esfuerzo existentes. La mayoría de los protocolos disponen de fórmulas para estimar el consumo máximo de oxígeno.

La prueba de esfuerzo realizada con tapiz rodante proporciona un ejercicio más fisiológico y es mejor tolerado. El protocolo de Bruce es el más empleado, se compone de estadios de 3 minutos de duración en los que se va incrementando tanto la velocidad de la cinta como la inclinación de la misma. En la prueba de esfuerzo con cicloergómetro, el paciente pedalea en una bicicleta estática contra una resistencia controlada y creciente cada 2 o 3 minutos, medida en vatios. Requiere menos espacio y es más económica que el tapiz rodante, pero tiene peor adaptación al esfuerzo y se subestima la capacidad funcional máxima. En otros deportes, para la valoración específica del deportista, se han diseñado ergómetros específicos que emulan el gesto deportivo: ergómetro de piragua, remoergómetro o piscinas ergométricas.

Es recomendable la realización de la prueba de esfuerzo en sujetos mayores de 35 años asintomáticos que desean comenzar a realizar ejercicio físico intenso, especialmente si eran sedentarios. En el caso de un deportista, es una herramienta fundamental para la valoración de su salud y apoyo a su entrenamiento.

2.3.2. Ergoespirometría

Esta prueba se realiza con un analizador de gases espirados, consta de un neumotacómetro que mide las características de los volúmenes y flujos del ciclo ventilatorio y un segundo dispositivo que analiza el aire espirado en cada respiración y lo compara con el aire ambiente, lo que nos proporciona el valor de oxígeno consumido y de dióxido de carbono producido por nuestro organismo. Estos parámetros nos aportan información acerca del comportamiento de los aparatos cardiovascular y respiratorio y del metabolismo energético durante el ejercicio físico, de gran utilidad y aplicación en diferentes áreas de la medicina (cardiología, neumología, medicina deportiva y medicina del trabajo).

Del análisis de estos valores obtenemos el umbral anaeróbico, este es el punto en el que nuestro organismo obtiene la energía de una forma metabólicamente diferente, según la intensidad del ejercicio, provocando la acumulación de ácido láctico y, por tanto, la aparición de fatiga en los ejercicios intensos. Si la prueba se lleva al máximo, nos permite medir de forma directa el consumo máximo de oxígeno (VO2 máx.), que nos aporta información objetiva del nivel de condición física del sujeto, señala la capacidad de una persona para sintetizar ATP de forma aeróbica.

2.3.3. Láctico en sangre

Se puede realizar en laboratorio o como prueba de campo, realizando una disciplina deportiva específica. Se determinan secuencialmente los valores de ácido láctico en sangre durante un ejercicio progresivo. Para la muestra es suficiente la obtención de una gota de sangre, habitualmente del pulpejo del dedo de la mano o del lóbulo de la oreja. Conforme aumenta la intensidad del ejercicio, la obtención energética pasa de un metabolismo aeróbico a un metabolismo anaeróbico, momento en el cual el acumulo de ácido láctico es de forma exponencial. Este aumento de ácido láctico provoca la aparición de fatiga muscular. A este punto se le denomina umbral anaeróbico láctico, importante para la determinación de la condición física. Además de una causa genética, existe una diferencia entre personas entrenadas y no entrenadas en el punto de aumento brusco del lactato sanguíneo. Un deportista de resistencia de alto nivel puede ejercitarse a intensidades del 85-90% de su capacidad aeróbica máxima.

2.3.4. Valoración isocinética

Los avances tecnológicos en los últimos años han diseñado la dinamometría isocinética, utiliza la tecnología informática y robótica para obtener y procesar en datos la capacidad muscular, es el método más objetivo de medir la fuerza muscular. La técnica consiste en estudiar la fuerza muscular ejercida dinámicamente en un rango de movimiento determinado y a una velocidad constante y programable. Nos sirve para valorar los programas de entrenamiento de deportistas y rehabilitación e incluso como máquina de musculación para ejercicios de potenciación. Permite cuantificar la capacidad de un grupo de músculos para generar una fuerza.

3. Bibliografía

Alvero, J. R. *et al.* "Protocolo de valoración de la composición corporal para el reconocimiento médico-deportivo. Documento de consenso del grupo español de cineantropometría de la Federación Española de Medicina del Deporte". *Archivos de Medicina del Deporte*, 26(131): 166-179.

Arós F. *et al.* "Guías de práctica clínica de la Sociedad Española de Cardiología en pruebas de esfuerzo". *Rev Esp Cardiol.* 2000, 53: 1.063-1.094.

Ayala, F. *et al.* "Fiabilidad y validez de las pruebas sit-and-reach: revisión sistemática". *Rev Andal Med Deporte.* 2012, 5(2): 57-66.

Aznar, S., Webster, T. *Actividad física y salud en la infancia y la adolescencia. Guía para todas las personas que participan en su educación.* Madrid, Ministerio de Educación y Ciencia, 2006.

Caspersen, C. "Physical Activity, Exercise, and Physical fitness: Definitions and Distinctions for Health-Related Research". *Public Health Rep.* marzo-abril 1985; 100(2): 126-131.

Castillo, M. J. "La condición física es un componente importante de la salud para los adultos de hoy y del mañana". *Selección.* 2007, 16(1): 2-8.

Dunn A. L. *et al.* "Lifestyle physical activity interventions. History, short and long-term effects, and recommendations". *Am J Prev Med.* 1998, 15(4): 398-412.

Ferreira, I. J. "Las pruebas de esfuerzo". *Clin Invest Arterioscl.* 2002, 14(1): 41-50.

Huesa, F. *et al.* "Dinamometría isocinética". *Rehabilitación (Madr).* 2005, 39(6): 288-296.

Jiménez, A. "La valoración de la aptitud física y su relación con la salud". *Journal of Human Sport and Exercise.* Vol. II, nº II (julio de 2007): 53-71.

Latorre, P. A., Herrador, J. A. "Valoración de la condición física para la salud". *Apunts. Educación Física y Deportes.* 2003, 73: 32-41.

Mateo J. "¿Medir la forma física para evaluar la salud?". *Apunts, Educación Física y Deportes.* 1993 (31): 70-75.

McArdle, W. D., Katch, F. I., Katch, V. L. *Fundamentos de fisiología del ejercicio.* 2ª ed. Ed McGraw-Hill, 2004.

Roca J. *et al.* "Pruebas de ejercicio cardiopulmonar. Normativa SEPAR". *Arch Bronconeumol.* 2001, 37: 247-268.

Rodríguez, F. "Prescripción de ejercicio para la salud (I). Resistencia cardiorrespiratoria". *Apunts, Educación Física y Deportes* .1995 (39): 87-102.

Rodríguez, F. "Valoración de la condición física saludable en adultos (I): antecedentes y protocolos de la batería AFISAL-INEFC". *Apunts, Educación Física y Deportes* (52): 54-75.

Shephard R. J., Astrand, O. *La resistencia en el deporte.* Ed. Paidotribo, 1996.

disminuyen la actividad física a realizar por los sujetos en su día a día, fomentando de esa forma el sedentarismo.

La relación entre la actividad física y la salud se encuentra en los anales de la civilización occidental, ya en la Grecia clásica encontramos vínculos entre la práctica física y un buen estado de salud. En la actualidad, encontramos evidencias científicas donde la inactividad es causa de enfermedad y existe una relación dosis/respuesta entre la actividad física y la mortalidad global. Aquellas personas que mantienen a lo largo de su vida un nivel aceptable de ejercicio físico tienen una menor probabilidad de padecer enfermedades crónicas o una muerte prematura.

El sedentarismo se considera un factor de riesgo para un gran número de patologías. Afecta a dos tercios de la población española, con un aumento progresivo de la prevalencia, esto ha generado una estrategia de las instituciones europeas para la promoción de la salud que incluye la realización de ejercicio físico. Una persona sedentaria es aquella que realiza menos de tres veces a la semana alguna actividad física de predominio aeróbico leve o moderado; no obstante, es necesario valorar la actividad laboral, así como el conjunto de actividades cotidianas que realiza esa persona.

Se considera una persona activa aquella que es capaz de realizar programas de actividad física aeróbica de 30 minutos de forma continuada y con una frecuencia de cuatro a cinco veces por semana; la intensidad de la actividad dependerá del estado de salud y la condición física del sujeto. La actividad física engloba a los movimientos de la vida diaria que incrementen el gasto energético por encima de los niveles de reposo, incluyendo la actividad laboral, las recreativas y el ejercicio físico, ya sea dirigida a la competición, el ocio, la salud, etc.

El ejercicio físico es un término más específico, que implica un tipo de actividad física planificada, estructurada y controlada, con el objetivo de mejorar o mantener uno o más componentes de la condición física. La forma física o condición física *(physical fitness)* se puede definir como la capacidad de llevar a cabo las tareas diarias con vigor y vivacidad sin excesiva fatiga y con suficiente energía para disfrutar del tiempo libre u ocio y para afrontar emergencias inesperadas. El nivel de condición física es proporcional al nivel de salud que posee una persona. El deporte son aquellas actividades físicas estructuradas, con reglas y con un componente competitivo que implica un entrenamiento físico.

La realización de forma habitual de ejercicio físico, una correcta alimentación, hábitos higiénicos y sociales, entre otros, son los factores que van a determinar

que el sujeto adquiera o no un estilo de vida saludable. En la literatura médica encontramos estudios que establecen la relación significativa de la práctica de ejercicio físico con otras conductas saludables, es decir, contribuye a una correcta alimentación, o a una menor frecuencia de hábitos nocivos como el tabaco o el exceso de alcohol.

La persona tiene, por tanto, dos grandes opciones de vida: llevar una vida activa o una vida sedentaria. La actividad física puede ser "informal", dentro de sus actividades cotidianas, como subir y bajar escaleras en vez del ascensor, acudir a su trabajo andando o bicicleta en vez de vehículo, o como actividad "formal", con la realización de ejercicio físico planificado. Las actividades realizadas pueden acumularse en diferentes momentos durante el día o en periodos más cortos pero más intensos de actividad.

La mayoría de los estudios indican que las intervenciones sobre la actividad física del estilo de vida pueden aplicarse a cualquier sujeto, teniendo en cuenta que la efectividad en personas mayores es menor, pero aun así consigue una respuesta favorable.

2. Factores que caracterizan la actividad física

Al practicar una actividad física, nuestro organismo se somete a una serie de estímulos que generarán a su vez unas adaptaciones fisiológicas. Si se realiza un entrenamiento en función de las características de cada persona, conseguiremos que estas adaptaciones repercutan positivamente sobre la salud.

Para la prescripción médica o el inicio de la actividad física por parte de una persona, previamente hay que tener en cuenta los siguientes parámetros: edad, sexo, estado de salud de la persona y la condición o forma física previa al inicio de un programa de ejercicios.

A la hora de diseñar y programar el ejercicio de forma individualizada es necesario y recomendable la supervisión médica, que tenga en cuenta los parámetros anteriores. Esta valoración debe recoger una historia clínica con antecedentes patológicos personales y familiares con especial énfasis en antecedentes cardiovasculares, hábitos higiénicos, exploración física y electrocardiograma de reposo, pudiendo contener además una analítica sanguínea y una espirometría basal.

La dosis a prescribir de ejercicio físico que una persona debe realizar va a depender de la combinación de una serie de factores: la frecuencia o nivel de

repetición, que refleja la cantidad de veces que la persona realiza las actividades físicas, normalmente expresadas en número de veces por semana, se aconseja un mínimo de tres veces por semana, mientras que en algunas indicaciones la frecuencia deberá ser diaria como en la rehabilitación cardiaca, la diabetes o en la pérdida de peso. La duración es el tiempo de la sesión de actividad física, esta sesión de ejercicio se divide en tres fases: ejercicios de calentamiento, la parte principal del entrenamiento y la vuelta a la calma. El tipo específico de ejercicio consiste en la actividad física a realizar. Y por último, la intensidad, definida como el nivel de esfuerzo que conlleva la actividad física o ejercicio a realizar. La intensidad se puede considerar como el componente más importante de la actividad física.

Para conseguir una mejora de la forma física, es necesario ir elevando la intensidad del ejercicio a la que el organismo esté acostumbrado. Este incremento debe ser progresivo y gradual, con un aumento de la frecuencia, la intensidad, el tiempo o la combinación de los tres factores.

En función de la combinación de estos factores se va a producir diferentes consecuencias en la salud. Existe una relación curvilínea entre la actividad física y el estado de salud, de forma que incrementos realizados en la actividad física y la condición física provocan mejoras adicionales en el estado de salud.

El volumen total del ejercicio físico engloba la cantidad total de actividad realizada. Se puede expresar en consumo de calorías gastadas. El efecto cardiosaludable es evidente con gastos energéticos mayores a 1.000 kcal/sem. La cuestión se plantea si tiene el mismo efecto sobre la salud gastar esas calorías con una actividad ligera o con una actividad intensa. Desde el punto de vista cardiovascular, se acepta que las actividades físicas moderadas e intensas producen un efecto beneficioso.

2.1. Tipos de ejercicio

La actividad física puede ser clasificada en función de diferentes criterios si nos fijamos en el tipo de contracción muscular: si la fibra muscular además de contraerse modifica su longitud, tendremos la contracción isotónica, que se divide a su vez en concéntrica y excéntrica; será concéntrica cuando la contracción del músculo provoca un acortamiento de su origen e inserción; la contracción será excéntrica cuando la tensión desarrollada en el músculo es menor que la resistencia externa y por tanto el músculo se alarga. Si el músculo permanece

estático, no hay movimiento como resultado de la contracción, tendremos la contracción isométrica, la resistencia supera la fuerza ejercida.

La contracción muscular requiere energía, y el ATP es la fuente inmediata de energía para dicha contracción. El músculo esquelético utiliza tres fuentes de energía: aeróbica, anaeróbica láctica y anaeróbica aláctica, obteniendo la energía a partir de la utilización de sustratos energéticos (hidratos de carbono, lípidos y proteínas). Los diferentes sistemas energéticos no participan de forma independiente, en función del tipo de ejercicio y de la intensidad va a predominar uno sobre otro.

El ejercicio aeróbico es la vía con mayor capacidad energética. Tiene como base una intensidad del ejercicio de leve a moderada. El organismo, a través de las vías metabólicas aeróbicas, con la participación de oxígeno, puede utilizar los tres macronutrientes (lípidos, hidratos de carbono y proteínas) para la obtención de energía; el predominio de uno u otro es en función de la intensidad del ejercicio y del estado de sus reservas. En el ejercicio de baja intensidad predomina el aporte de los lípidos como sustrato energético; a medida que la intensidad aumenta, se incrementa el aporte de los hidratos de carbono. Las proteínas se utilizarán lo menos posible como recurso energético. Las actividades aeróbicas pueden mantenerse durante largos periodos de tiempo sin la aparición de fatiga, debido a que los productos finales no producen fatiga, hay escasa producción de ácido láctico. Las fibras musculares tipo 1 de contracción lenta son las principalmente implicadas en este tipo de ejercicio. El ejercicio aeróbico está indicado su prescripción en la prevención, tratamiento y rehabilitación de enfermedades degenerativas crónicas y de sus factores de riesgo.

El ejercicio anaeróbico aparece cuando el organismo necesita una gran cantidad de energía de forma rápida para ejecutar una actividad de alta intensidad, utiliza las vías metabólicas anaeróbicas, sin la participación de oxígeno, empleando como única fuente de energía los hidratos de carbono. No puede mantenerse durante mucho tiempo debido a un rápido consumo de las reservas de glucógeno, además esta vía produce una gran cantidad de ácido láctico que origina la aparición de fatiga. Las fibras musculares tipo 2 de despolarización rápida son las implicadas. Existe una vía metabólica anaeróbica aláctica que utiliza el creatín fosfato como fuente de energía, predominando en actividades físicas muy intensas y de duración muy corta (entre 8 y 15 segundos).

2.2. Valoración de la intensidad de actividad física

De todos los factores referidos anteriormente, la intensidad es probablemente el más difícil de medir. Los métodos más empleados son la frecuencia cardiaca y el consumo de oxígeno (VO2), la primera mediante un pulsómetro se puede controlar de manera continua, mientras que el VO2 necesita métodos más complejos.

2.2.1. Frecuencia cardiaca

La frecuencia cardiaca se puede medir fácilmente. Hay factores que la pueden modificar, como la comida, el estrés, la temperatura, etc. Encontramos diferencias entre deportistas y los no deportistas, el entrenamiento consigue una frecuencia cardiaca menor y a medida que mejora su entrenamiento, para realizar una misma carga de trabajo, necesita una frecuencia cardiaca menor. La mejor forma de medir la frecuencia cardiaca de reposo es en el momento del despertar por la mañana. En un adulto sano y activo la frecuencia cardiaca de reposo suele oscilar entre los 60-80 latidos por minuto, mientras que los practicantes de deportes de resistencia con el entrenamiento logran disminuir los valores de frecuencia cardiaca a 32-48 latidos por minuto; en otras disciplinas deportivas o en aquellos sujetos que practican ejercicio aeróbico regularmente, los valores suelen oscilar entre los 40-60 latidos por minuto.

Cuando una persona comienza a realizar ejercicio físico, la frecuencia cardiaca va a aumentar conforme aumenta la intensidad del mismo. Se observa una correlación directa entre la frecuencia cardiaca y el consumo de oxígeno, que solo se pierde al alcanzar niveles de consumo máximo de oxígeno.

Para poder valorar la intensidad del ejercicio necesitamos conocer la frecuencia cardiaca máxima. Esta la podemos obtener directamente mediante una prueba de esfuerzo si conseguimos alcanzar el nivel máximo, o mediante distintas fórmulas, una de ellas muy fácil de obtener es la propuesta por la OMS: donde la FC máxima estimada = 220 – edad, con un margen de error, las personas entrenadas tendrán una frecuencia cardiaca máxima más elevada para su grupo de edad.

En función del nivel alcanzado de la frecuencia cardiaca al realizar el ejercicio con respecto a la frecuencia cardiaca máxima, estimamos un nivel de intensidad, de forma que una intensidad leve estaría por debajo del 75% de la frecuencia cardiaca máxima. Un ejercicio físico con unos valores de FC entre el 50-60% de la FCmáx corresponde a un ejercicio aeróbico ligero. El sustrato energético

predominante son los lípidos. Estas intensidades en deportistas entrenados no produce adaptaciones. Si la frecuencia cardiaca oscila entre el 60-75% de la FC-máx, el sustrato energético utilizado son las grasas e hidratos de carbono. Una intensidad moderada comprende valores de frecuencia cardiaca entre el 75 y 85% de la frecuencia cardiaca máxima; corresponde a un ejercicio aeróbico con una intensidad alta; la obtención de energía es a expensas de hidratos de carbono; está recomendada para deportistas con buena condición física, ya que se consiguen adaptaciones importantes para la mejora de la forma física. Cuando los valores de la frecuencia cardiaca se encuentran entre el 85 y 90% de la frecuencia cardiaca máxima, la vía metabólica empleada será anaeróbica. El entrenamiento a este nivel de intensidad mejora la capacidad para metabolizar el ácido láctico, aumentando de esta forma el tiempo que podemos aguantar el ejercicio a estos niveles de intensidad. Una intensidad con la frecuencia cardiaca entre el 90-100% de la FCmáx exige un consumo de oxígeno por encima de nuestras posibilidades generando la denominada deuda de oxígeno.

Otro método para calcular la intensidad del ejercicio en función de la frecuencia cardiaca y que nos sirve para planificar el entrenamiento es la fórmula de Karvonen, donde necesitamos conocer la frecuencia cardiaca de reposo, la frecuencia cardiaca máxima y la frecuencia cardiaca de reserva, que es la diferencia entre FCmáx y la FC de reposo.

FC de entrenamiento = (FC reserva x % intensidad) + FC reposo

La frecuencia cardiaca también nos sirve para medir la recuperación tras el ejercicio. Una persona entrenada recupera su frecuencia cardiaca de reposo más rápido que una persona sedentaria tras realizar un ejercicio a intensidades similares.

2.2.2. Consumo de oxígeno (VO2)

Para realizar un ejercicio físico se produce una necesidad energética. El organismo a través del sistema de transporte de oxígeno será el encargado de satisfacer esa demanda, aportando el oxígeno necesario. El consumo de oxígeno (VO2) es la cantidad de oxígeno que una persona consume durante la realización de un ejercicio físico dinámico que involucre a gran parte de la masa muscular total. Se expresa en valor absoluto como litros por minuto, o en forma relativa considerando el peso corporal en unidades metabólicas o MET (equivalente metabólico de oxígeno). Un MET es la cantidad de energía (oxígeno) que el cuerpo gasta cuando está en reposo; equivale al consumo de oxígeno relativo a la masa corporal total,

al que se le atribuye el valor de 3,5 ml de oxígeno por kg de masa corporal por minuto.

La intensidad del ejercicio se puede medir como un múltiplo de este valor, a medida que sube la intensidad de la actividad física, más elevado es el nivel MET al que se está trabajando. Existen tablas tipificadas que definen multitud de actividades físicas y sus niveles MET correspondientes. Las actividades menores de 3,5 MET se consideran de baja intensidad, de 4 a 8 MET de intensidad moderada, las que requieren de 8 a 12 MET de intensidad media y las superiores a 12 MET de intensidad elevada.

A partir de la frecuencia cardiaca se puede predecir el consumo de oxígeno, al tener una correlación directa. Hay factores que influyen sobre el consumo de oxígeno: la edad (disminuye a mayor edad), el sexo (menor en mujeres), el entrenamiento físico (lo aumenta), la herencia genética y el estado clínico cardiovascular.

El consumo máximo de oxígeno es la cantidad máxima de oxígeno que el organismo puede absorber de la atmósfera, transportar a los tejidos y consumir por unidad de tiempo. Se puede obtener de forma directa mediante analizadores de gases o de forma indirecta mediante una prueba de esfuerzo o test de campo. En una prueba de esfuerzo se va incrementando la carga de trabajo con el tiempo, aumentando la VO2 en proporción directa, hasta que llega un momento en el que la carga sigue subiendo pero la VO2 deja de aumentar, presentando una meseta en una gráfica que representa los valores de VO2, alcanzando de esta forma el nivel máximo de consumo, que representa el límite de la potencia aeróbica. La intensidad de un ejercicio se puede expresar como porcentajes del consumo máximo de oxígeno.

La relación entre la producción de CO2 exhalado y el consumo de O2 tisular es el cociente respiratorio, y viene a reflejar el tipo de sustrato metabólico empleado para suministrar energía al cuerpo. Un valor de 0,7 indica que la grasa es la fuente de combustible predominante y un valor de 1 o superior indica a los hidratos de carbono como fuente energética.

2.2.3. Métodos subjetivos. Cuestionarios

La escala de esfuerzo percibido o escala de Borg se ha mostrado útil para cuantificar la intensidad de la actividad física de forma subjetiva (desde ningún esfuerzo a esfuerzo máximo). Los valores de la escala se incrementan linealmente al aumentar

la intensidad del ejercicio. Un esfuerzo percibido como intenso (entre 12 y 13 de la escala) se corresponde con un 65-75% de la FCmáx, un ejercicio percibido como muy intenso (entre 14 y 17 de la escala) equivale a un 85% de la FCmáx.

3. Efectos beneficiosos de la actividad física

Para fomentar la salud y el bienestar de una persona posiblemente no haya mejor manera de hacerlo que estimular la práctica de ejercicio físico de forma regular y planificada. Se ha constatado los efectos del ejercicio como un agente con propiedades hipolipemiantes, antihipertensiva, inotrópica positiva, cronotrópica negativa, vasodilatadora, diurética, anorexígena, reductora de peso, hipoglucemiante, tranquilizante, hipnótica y antidepresiva. El ejercicio, además, disminuye el consumo de tabaco y alcohol. Disminuye por tanto la frecuencia de enfermedades cardiovasculares, diabetes mellitus tipo 2, enfermedades tumorales, etc.

3.1. A nivel del sistema cardiovascular

Los efectos que produce el ejercicio físico sobre el sistema cardiovascular son los más estudiados y difundidos, pero no los únicos. El ejercicio físico induce una serie de adaptaciones fisiológicas que varían según la influencia de factores propios de la persona como externos. Las personas de todas las edades van a experimentarlas. La adaptación puede ser periférica, con una ampliación de la capacidad del lecho vascular para acoger la mayor cantidad de sangre circulante, o una adaptación central, encaminada a incrementar la capacidad de transportar el oxígeno a la musculatura en activo y aumento del gasto cardiaco.

La interrupción temporal o definitiva del entrenamiento da lugar a una regresión rápida de las adaptaciones, disminuyendo si al cabo de dos semanas la actividad se reduce y desaparecen transcurridos de dos a ocho meses si la actividad no se reanuda.

Como consecuencia de estas adaptaciones, se evidencia una disminución de las patologías coronarias, explicado por diversos mecanismos como los efectos antitrombóticos, el aumento de la vascularización del tejido miocárdico y una mejor estabilidad de los impulsos eléctricos del corazón. Tiene una repercusión sobre la tensión arterial, donde previene o retrasa el desarrollo de la hipertensión y mejora la situación de las personas que ya la padecen. Después de un ejercicio aeróbico, disminuye la presión arterial sistólica y la presión arterial diastólica en pacientes hipertensos de categoría leve o moderada. Por el contrario, en los ejercicios isométricos a partir

del 60% de la fuerza muscular máxima voluntaria se incrementa la FC, así como la presión arterial sistólica y la presión arterial diastólica. Este tipo de ejercicios puede desencadenar una respuesta hipertensiva en pacientes que la padecen, por tanto, en pacientes hipertensos la realización de ejercicios isométricos intensos, sobre todo de miembros superiores, están contraindicados.

3.2. A nivel respiratorio

La práctica de ejercicio físico produce un aumento de la capacidad vital unido a un incremento de la fuerza y resistencia de los músculos respiratorios, así como una mejora de la difusión del oxígeno de los alvéolos a los capilares por el aumento de la superficie de contacto y su permeabilidad, lo que provoca un mejor trabajo respiratorio con menor gasto energético.

3.3. A nivel neuroendocrino y metabólico

El ejercicio físico se considera una situación de estrés. La actividad física provoca un aumento de las catecolaminas (adrenalina y noradrenalina); esta reacción se ha descrito en el pasado para actividades como pelear o huir. Provoca efectos beneficiosos como mayor frecuencia cardiaca y volumen sistólico, así como un incremento de la lipólisis y la glucogenólisis hepática y muscular. El cortisol, conocida como la "hormona del estrés", también se modifica con el ejercicio. Una de sus funciones es regular la concentración de glucosa en sangre; sin embargo, los niveles elevados de cortisol de forma crónica tienen efectos perjudiciales, se utiliza esta hormona para detectar el sobreentrenamiento del deportista.

El ejercicio es capaz de prevenir la aparición de la diabetes tipo 2 o de mejorar el curso de la enfermedad, aumenta la sensibilidad de los receptores a la insulina, siendo por tanto necesario niveles de insulina menores para producir el mismo efecto. El ejercicio mejora el perfil de los lípidos, con una disminución del colesterol total, LDL-c y triglicéridos, y un aumento del HDL-c. Rebaja el porcentaje de grasa corporal facilitando su movilización y utilización energética.

3.4. A nivel musculoesquelético

La actividad física con carga de peso es fundamental para el desarrollo y mantenimiento de un esqueleto sano. El ejercicio produce un incremento de la masa muscular y disminuye la grasa intramuscular, lo que incide en la composición corporal del sujeto, provocando un aumento del peso magro y una disminución del peso graso corporal. Se mejora la transmisión del impulso nervioso a la unidad motora, y a nivel de las fibras musculares, estas mejoran su función de generar movimiento.

La pérdida de masa muscular asociada con el envejecimiento, denominada sarcopenia, trae consigo una disminución en la producción de fuerza máxima, lo que dificulta la realización de tareas, disminuyendo la independencia de estas personas. Para evitar la pérdida de la masa muscular se incide actualmente en el entrenamiento de la fuerza.

A nivel óseo se produce un aumento de la mineralización y densidad ósea con mayor depósito de calcio. La actividad física es esencial para mantener la masa ósea adecuada en la edad adulta, disminuyendo el riesgo de fracturas. A nivel articular se mantiene en mejor estado el cartílago y se fortalecen los tendones con un aumento del depósito de colágeno.

3.5. Relación entre actividad física y enfermedades tumorales

La realización de actividad física previene el desarrollo de tumores. Se ha evidenciado un menor riesgo de cáncer de mama y cáncer de colon. La actividad física mejora la función inmune y la capacidad de reparación del ADN, mejora el tránsito intestinal, modula los niveles de hormonas (estrógenos y progesterona relacionados con el cáncer de mama), y regula la síntesis de prostaglandinas entre otros mecanismos.

3.6. A nivel psicológico

La actividad física a nivel psicológico se relaciona con el bienestar y la mejora de la calidad de vida, disminuyendo los niveles de estrés y mejorando los estados de ánimo, descendiendo de esta forma los niveles de ansiedad y depresión. Se relaciona la práctica de ejercicio físico con la mejora de la autoestima.

4. Métodos de medida de la actividad física o gasto energético

Todos los métodos de evaluación de la actividad física presentan sus limitaciones, el método a emplear dependerá de la información que queramos obtener. Según la clasificación realizada por Lamonte y Ainsworth en 2001, existen métodos directos e indirectos.

4.1. Métodos directos

El método del agua doblemente marcada es el considerado como patrón para medir el gasto energético diario. La técnica consiste en administrar una solución de agua enriquecida con deuterio y oxígeno 18 y determinar al cabo de un tiempo la eliminación diferencial de los isótopos en muestras de agua corporal (saliva, orina, plasma). Requiere el empleo de equipos relativamente sofisticados. Este método es seguro y preciso, pero la necesidad de que los individuos investigados ingieran isótopos radioactivos puede dar lugar a un rechazo por parte de los mismos.

Un instrumento sencillo y asequible serían los podómetros. Son pequeños dispositivos que registran el número de pasos dados. Puede hacer una estimación de la distancia recorrida introduciendo la longitud del paso. Se considera a una persona sedentaria cuando da menos de 5.000 pasos al día y activa si da más de 10.000 pasos al día. El podómetro permite que las personas sedentarias tomen conciencia de su nivel de actividad física, siendo un método motivador que permite incrementar el número de pasos realizados cada día.

Los acelerómetros son instrumentos electrónicos más sofisticados; miden el ritmo y magnitud con el que el centro de gravedad corporal se desplaza durante el movimiento, y pueden estimar el gasto energético total en función de la edad, el sexo, la talla y el peso del individuo. Los acelerómetros triaxiales utilizan tres planos.

4.2. Métodos indirectos

La calorimetría indirecta estima el gasto energético midiendo el intercambio gaseoso y las tasas de oxidación de sustratos. Puede ser utilizada para medir el metabolismo basal y el cociente respiratorio. El desarrollo de equipos portátiles ha permitido estudiar el consumo de oxígeno en pruebas de campo.

En función de la monitorización de la frecuencia cardiaca es posible estimar el gasto energético a partir de determinaciones continuadas de la frecuencia cardiaca. Otra forma de valorar la actividad física es mediante cuestionarios, que evalúan dicha actividad realizada durante un periodo de tiempo. Este método es apropiado para estudios poblacionales, con tamaño de muestras grandes. Tiene un valor limitado por la presencia de sesgos debido a la subjetividad del mismo. Uno de los cuestionarios más empleados es el International Physical Activity Questionnaire (IPAQ), validado en varios idiomas, y posteriormente el Global Physical Activity Questionnaire (GPAQ), que incluye toma de datos sobre la intensidad, frecuencia y duración de las actividades físicas que el sujeto realiza en una semana. Existen tablas muy completas de valoración en MET de cada actividad que permiten determinar el gasto energético procesando los datos de los cuestionarios.

4.3. Aplicaciones tecnológicas

El rápido avance en los últimos años de la tecnología y el desarrollo de aplicaciones móviles y dispositivos externos nos permiten monitorizar la actividad física realizada. Estos dispositivos pueden asociar distintos métodos, equilibrando defectos y aprovechando sus capacidades. Están equipados con acelerómetros, monitorizan la frecuencia cardiaca, usan GPS que les permite medir distancias, velocidad, o desniveles y pueden llevar instalados un podómetro. La combinación con sistemas informáticos les permite la estimación del gasto calórico efectuado.

5. Bibliografía

Abellán, J., Sainz, P., Ortín, E. "Guía para la prescripción de ejercicio físico en pacientes con riesgo cardiovascular". José Alemán, Pilar Sainz de Baranda Andújar y Enrique J. Ortín. *Sociedad Española de Hipertensión y Liga Española para la Lucha contra la Hipertensión Arterial*, 2010.

Ainsworth, B.E., Haskell, W. L., Whitt, M. C. *et al.* "Compendium of Physical Activities: an update of activity codes and MET intensities". *Med Sci Sports Exerc.* 2000, 32 (suppl): S498-S516.

American College of Sport Medicine Position Stand (ACSM). "The recommended quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory and muscular fitness, and flexibility in healthy adults". *Med Sci Sports Exerc.* 1998, 30(6): 975-991.

Arós F. *et al.* "Guías de práctica clínica de la Sociedad Española de Cardiología en pruebas de esfuerzo". *Rev Esp Cardiol* 2000, 53: 1063-1094.

Aznar, S., Webster, T. *Actividad física y salud en la infancia y la adolescencia. Guía para todas las personas que participan en su educación.* Madrid. Ministerio de Educación y Ciencia, 2006.

Boraita A. "Ejercicio, piedra angular de la prevención cardiovascular". *Rev Esp Cardiol.* 2008, 61: 514-528.

Caspersen, C. J., Powell, K. E., Chirstenson, G. M. "Physical-Activity, Exercise, and Physical-fitness-definitions and distinctions for health-related research". *Public Health Reports.* 1985, 100(2): 126-131.

Castillo, I., Balaguer, I., García-Merita, M. "Efecto de la práctica de actividad física y de la participación deportiva sobre el estilo de vida saludable en la adolescencia en función del género". *Rev de Psicología del Deporte.* 2007, 16(2), 201-210.

Castillo, M. "La condición física es un componente importante de la salud para los adultos de hoy y del mañana". *Selección.* 2007, 17(1), 2-8.

Elosua, R. "Actividad física. Un eficiente y olvidado elemento de la prevención cardiovascular, desde la infancia hasta la vejez". *Rev Esp Cardiol.* 2005, 58(8): 887-890.

Kraus, W. E. *et al.* "Effects of the amount and intensity of exercise on plasma lipoproteins". *N Engl J Med.* 2002, 347(19): 1.483-1.492.

Lobstein, T., Baur, L., Uauy, R. "Obesity in children and young people: a crisis in public health". *Obes Rev.* 2004, 5 Suppl 1: 4-104.

López Chicharro, J., López, L. M. *Fisiología clínica del ejercicio.* Ed. Panamericana, 2008.

Márquez, S., Rodríguez, J., De Abajo, S. "Sedentarismo y salud: efectos beneficiosos de la actividad física". *Apunts Ed Fis Dep.* 2006, 83: 12-24.

McArdle, W. D., Katch, F. I., Katch, V. L. *Fundamentos de fisiología del ejercicio.* 2ª edición. Madrid. Ed McGraw-Hill, 2004.

Pancorbo, A. E., Pancorbo, E. L. *Actividad física en la prevención y tratamiento de la enfermedad cardiometabólica. La dosis del ejercicio cardiosaludable.* Ministerio de Sanidad y Política Social e Igualdad, 2011.

Phelps, J. "Physical Activity and Health Maintenance - Exactly what is known?". *West J Med.* 1987, 146(2): 200-206.

Serratosa, L. "Adaptaciones cardiovasculares del deportista". *Scvc.* 2001.

2.6. ALIMENTACIÓN SALUDABLE

Michèle L. Doporto Haigh
Médico especialista en Medicina del Trabajo;
experta universitaria en Nutrición; directora del área
de Organización Sanitaria, SP FREMAP

Resumen

Una alimentación saludable es primordial para alcanzar o mantener un buen estado de salud, no sólo en lo referente a mantener un peso estable y adecuado a la edad y características biológicas del individuo, sino también en lo referente a procurar la cantidad necesaria de nutrientes adecuada y específica para cada perfil individual (edad, sexo, gestación, deporte, enfermedades crónicas, etc.).

El objetivo de este capítulo es hacer una descripción sencilla de los principales nutrientes y necesidades calóricas de un adulto y esbozar líneas de intervención desde la empresa para facilitar una alimentación saludable en las instalaciones de la misma. Además, se va a hacer referencia a la evolución en el tiempo de los principios establecidos desde diversos organismos y asociaciones profesionales hasta llegar a las recomendaciones actuales.

1. Introducción

La alimentación es uno de los pilares básicos que soportan un estilo de vida saludable, pero existen muchos mitos y creencias equivocadas sobre qué supone alimentarse de forma sana. El conocimiento de la nutrición y el metabolismo humano evoluciona lentamente, y generalmente va en dirección opuesta a las modas y fenómenos impulsados por las redes sociales o la popularidad de dietas milagro seguidas por personajes famosos.

El objetivo de este capítulo es explicar las bases de la nutrición moderna, desterrando algunos mitos afianzados en la cultura popular por años de tradición.

La Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición determinó en 2013 que la obesidad y el sobrepeso afectan a más del 40% de niños españoles en edad escolar, y según un artículo publicado en 2011 en la *Revista Española de Cardiología* la obesidad mórbida había aumentado un 200% en España desde mediados de los años noventa. Además de estos datos, hay que tener en cuenta que una alimentación poco saludable no sólo afectará al peso (con todos los problemas asociados que conlleva), sino también al estado nutricional del individuo que pudiendo estar dentro de los límites de peso considerados óptimos puede encontrarse en un estado carencial.

Según datos de la Organización Mundial de la Salud que aparecen en la página web del Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad, la obesidad y el sobrepeso han alcanzado en el siglo XXI características de epidemia mundial y más de mil millones de adultos se clasifican dentro del grupo de sobrepeso y/o obesidad.

El problema del sobrepeso y la obesidad no es únicamente estético, es más, este es el menor de los problemas. La obesidad se relaciona con el síndrome metabólico, enfermedades cardiovasculares, diabetes, hipertensión arterial, algunos tipos de cáncer, problemas de articulaciones y movilidad, patología respiratoria crónica, etc.

No sólo se trata de un problema individual, sino que es un problema que ha llegado a una dimensión social debido a la carga económica en tratamientos e ingresos hospitalarios que conlleva. A nivel laboral se traduce en días de baja y, en ocasiones, menor rendimiento del empleado. En cuanto a servicios sociales, supone una sobrecarga de los sistemas de apoyo a la dependencia y además suele suponer un acortamiento de la esperanza de vida.

Como decíamos, el único problema no es la obesidad y el sobrepeso. Una alimentación saludable debe procurar además una ingesta adecuada de nutrientes y grupos alimentarios que van a contribuir a disminuir la prevalencia de enfermedades como el cáncer de colon (fibra), hiperinsulinemia y diabetes (alimentos de bajo índice glucémico) o dislipemias (grasas no saturadas).

La crisis económica contribuye a realizar una alimentación poco saludable, ya que los productos frescos sin procesar como frutas y verduras, los pescados, carnes magras y lácteos desnatados son generalmente más caros que los alimentos procesados de alto contenido calórico y repleto de grasas y azúcares. Los cereales de desayuno "basura" cuestan una fracción de lo que valen los cereales integrales sin azúcares, el pan blanco de molde es mucho más barato que un pan integral, de cereales o semillas de obrador, el chopped en relación con un embutido más sano, los preparados para hamburguesa en relación con carne magra picada en el momento..., los ejemplos son innumerables.

El otro gran enemigo de la alimentación saludable es la publicidad engañosa unida a la falta de conocimientos fundados de nutrición de gran parte de la población. No hay más que pasearse por un lineal de galletas en cualquier gran superficie comercial donde se pueden encontrar auténticas bombas nutricionales con alto contenido en grasas vegetales hidrogenadas y azúcar, eso sí, empaquetadas con frases como "con avena" o "con trigo integral", que resultan al consumidor preocupado por su salud más atractivas que las galletas tradicionales. El concepto de que las grasas vegetales son más sanas que las animales sí parece que ha calado en la población, pero no se llega a diferenciar entre aceites de oliva o girasol y aceites de palma, por ejemplo.

Aunque el Departamento de Agricultura de Estados Unidos (USDA) llevaba desde 1980 emitiendo recomendaciones de hábitos saludables, la primera pirámide de alimentos se difundió en 1992. En ella se hace referencia a la necesidad de que todos los estadounidenses mayores de 2 años deben ingerir de 6 a 11 raciones de carbohidratos como pan, cereal, arroz y pasta; de 5 a 9 raciones de frutas y verduras y de 4 a 6 porciones de proteínas, la mitad de ellos lácteos.

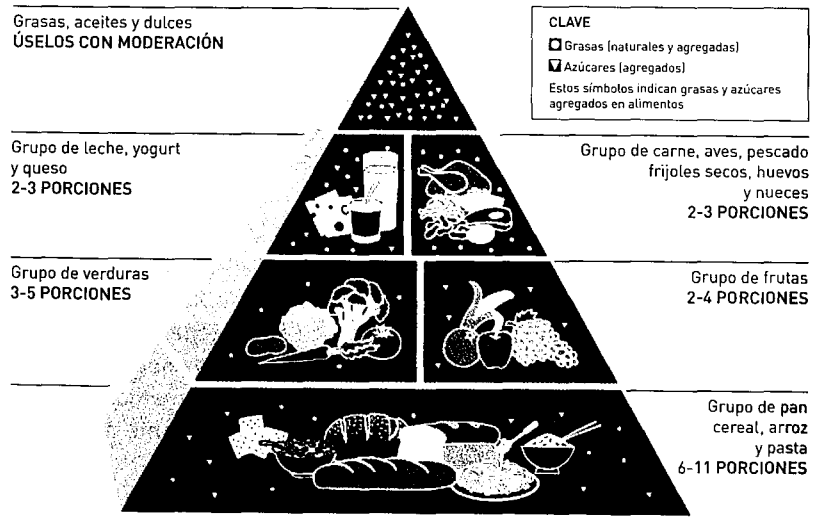


Figura 1. Pirámide alimentaria

Fuente: Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA) y Departamento de Salud y Servicios Humanos (DHHS); disponible en: http://www.cnpp.usda.gov/Publications/MyPyramid/OriginalFoodGuidePyramids/FGP/FGPFlyerSolidSpan.pdf

2. Nociones generales

2.1. Energía

Los seres humanos deben mantener un equilibrio entre la energía ingerida por los alimentos que consumimos y el gasto energético. Este último se reparte en tres grandes grupos: el gasto producido por la actividad física, el producido para el mantenimiento de la temperatura corporal y el que se produce por el metabolismo basal, que se define como la energía necesaria para el mantenimiento de las funciones fisiológicas básicas como la respiración. El metabolismo basal varía de una persona a otra; está en relación con la masa corporal libre de grasa o masa magra, y a su vez con la edad, sexo, talla y peso de cada individuo.

Según un informe conjunto de la FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations) y la OMS, se define "necesidades energéticas" como la cantidad de energía proveniente de los alimentos necesaria para mantener el equilibrio con el gasto energético en orden a mantener el tamaño y la composición corporal y la actividad física necesaria y deseable para el mantenimiento de la salud a largo plazo.

La energía es un concepto físico que indica la capacidad de realizar un trabajo. Se suele medir en nuestro entorno en calorías, siendo la definición de caloría "la cantidad de energía necesaria para que 1 gramo de agua aumente su temperatura 1 grado centígrado". Popularmente hablamos indistintamente de kilocalorías o calorías (1 Caloría = 1 kilocaloría = 1.000 calorías). De forma simplificada, 1 gramo de proteína o de carbohidrato aporta 4 kcal, 1 gramo de grasas 9 kcal y 1 gramo de alcohol 7 kcal.

Tradicionalmente se ha dado prioridad absoluta a la diferencia entre energía ingerida y gastada en el mantenimiento de un peso adecuado saludable, pero desde finales del siglo XX y con mayor fuerza en el siglo XXI se viene haciendo referencia al origen de las calorías ingeridas como dato a tener en cuenta para el mantenimiento del peso. De este modo, se está demostrando que, para el mismo ingreso calórico, los azúcares y grasas tienden a producir aumentos de peso que no se darán si esas mismas calorías provienen mayoritariamente de proteínas y carbohidratos de bajo índice glucémico.

Como ejemplo, en una serie de 35 pacientes de una consulta de nutrición y dietética, pudimos observar directamente cómo no existía necesariamente relación directa entre el promedio de calorías ingeridas en relación con el cálculo de la necesidad energética individual y los índices de masa corporal que mostraban.

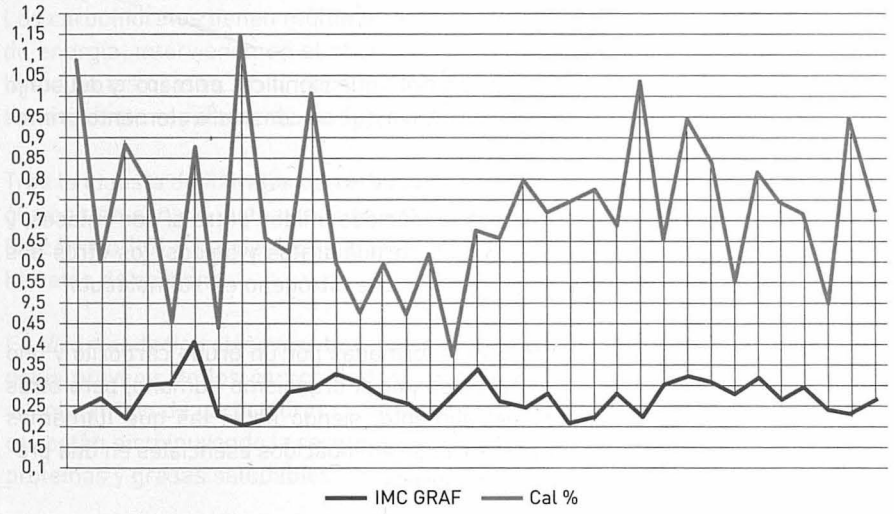


Figura 2

Como vimos, a la hora de calcular el gasto energético necesario para mantener un peso saludable debe tenerse en cuenta distintos aspectos del individuo: los relacionados con el mantenimiento del metabolismo basal y, además, los relacionados con su actividad física. En el contexto en el que nos encontramos, la actividad física no sólo debe hacer referencia al estilo de vida y deporte, sino también debe tenerse en cuenta el gasto energético realizado en el entorno laboral (fuerza física, actividad aeróbica mantenida, sedentarismo, condiciones extremas de temperatura, etc.).



Figura 3

2.2. Proteínas

La palabra proteína deriva del griego "prot(o)", que significa "primero" y del sufijo "ina" que significa "sustancia", en referencia a que se considera elemento primero o fundamental.

Las proteínas están compuestas por aminoácidos unidos entre sí por enlaces, y la diferencia fundamental que tienen con carbohidratos y lípidos, los otros dos grandes grupos de alimentos, es la presencia de nitrógeno en su molécula.

Los aminoácidos son a su vez moléculas formadas por un grupo carboxilo y uno grupo amino. Algunas pueden sintetizarse por el organismo humano, pero otras sólo pueden obtenerse a través del alimento, siendo estas las que llamamos "esenciales". La mayor o menor presencia de aminoácidos esenciales en una proteína determina directamente su valor nutritivo.

Para que el cuerpo humano pueda sintetizar una proteína en concreto deben estar presentes los aminoácidos que la constituyen en la cantidad precisa en ese momento de síntesis. Las proteínas de origen animal son proteínas completas que contienen todos los aminoácidos esenciales, mientras que las proteínas de origen vegetal necesitan combinarse entre ellas para ser completas (por ejemplo, las legumbres con el arroz).

Tradicionalmente, se ha mantenido que el aporte calórico de las proteínas deba suponer entre el 10 y el 15% del total para poder hablar de una dieta equilibrada. En la actualidad, este valor se está viendo aumentado en muchos tratados y artículos de expertos, pero generalmente la recomendación no supera el 30%, además de hacerse distinción entre el tipo de proteínas, favoreciéndose la introducción de proteínas vegetales provenientes sobre todo de las legumbres, incluida la soja. Debemos hacer hincapié en que hablamos de porcentajes del aporte calórico, no de porciones ni de cantidades volumétricas ni de peso.

2.3. Carbohidratos

Los carbohidratos o hidratos de carbono están compuestos por carbono, hidrógeno y oxígeno. Según su complejidad pueden clasificarse en azúcares (monosacáridos o disacáridos), oligosacáridos, polisacáridos e hidratos de carbono hidrogenados o polioles.

Los carbohidratos tienen múltiples funciones, además de la consabida de aporte de energía; intervienen en el ahorro de proteínas, en la regulación del metabolismo de las grasas, en la constitución de moléculas de importancia biológica y tienen efecto regulador de las funciones gastrointestinales y sobre la saciedad.

Tras la ingesta de hidratos de carbono se produce una variación de los niveles de glucosa en sangre; esta variación está en relación con el conocido como Índice Glucémico (IG) y puede considerarse un índice válido del valor biológico de los hidratos de carbono.

La recomendación clásica se basaba en que el 60% del aporte calórico total diario debía provenir de los carbohidratos, recomendación que se está matizando en cuanto al tipo de carbohidrato y también en cuanto a la cantidad. Algunos autores están disminuyendo la recomendación hasta el 40%, siempre combinado con proteínas y grasas saludables.

Se debe favorecer el consumo de carbohidratos de índice glucémico bajo, por ejemplo de cereales integrales antes que harinas refinadas o azúcares.

2.4. Lípidos

Bajo este término se engloban diferentes sustancias solubles en disolventes orgánicos: grasas y aceites, colesterol, fosfolípidos y otros compuestos. A grandes rasgos, existen dos grandes grupos de lípidos: los de reserva (triglicéridos o grasas neutras) y los estructurales (colesterol y fosfolípidos).

Los lípidos son fundamentales para la vida y no puede haber una vida saludable ni una dieta completa ni balanceada sin lípidos, y por otro lado, existen ácidos grasos que no podemos sintetizar y, por tanto, es indispensable que se encuentren en los alimentos que consumimos en la cantidad y proporción correcta.

Además de suponer aporte energético, los lípidos intervienen en la regulación y control de la presión arterial, la coagulación de la sangre y la inflamación de los tejidos del cuerpo, y ayudan al cuerpo a transportar y digerir las vitaminas A, D, E y K.

El denostado colesterol es una molécula esencial para la vida, precursora de distintas hormonas y otros compuestos, que interviene en la estructura y función de la membrana celular, la división y proliferación de las células, la síntesis de ácidos biliares y la síntesis de vitamina D.

3. Pautas para una alimentación sana

En España, la pirámide nutricional de mayor referencia es la elaborada por la Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición. Tiene la característica de que combina en un único gráfico recomendaciones tanto para efectuar una alimentación saludable como sobre la realización de actividad física.

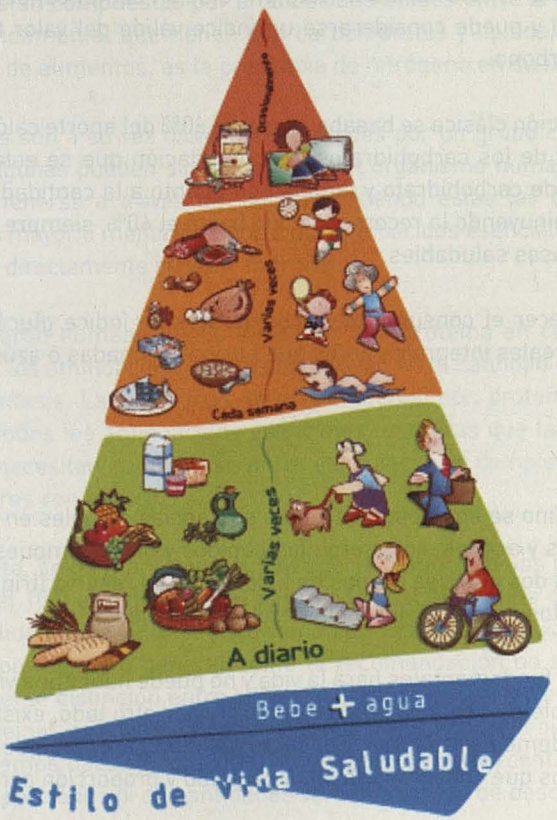


Figura 4

3.1. La base de la pirámide: las frutas, verduras y los cereales

Las frutas y verduras son dos grupos de alimentos de los que se tiene evidencia en la prevención de numerosas enfermedades crónicas, entre ellas, las de mayor incidencia en nuestro país, las cardiovasculares y el cáncer.

Además, son alimentos saludables por su composición en fibra, vitaminas y minerales y compuestos antioxidantes.

La Organización Mundial de la Salud y el Instituto Americano para la Investigación del Cáncer (AICR) recomiendan, para conseguir sus efectos protectores, un consumo igual o superior a 600 gramos diarios de frutas, hortalizas y verduras. Según la Asociación "5 al día", una ración de frutas equivale a 140-150 gramos en crudo y limpio, por lo que la cantidad diaria que se debe consumir sería de 420-450 gramos.

En cuanto a la preparación de las frutas y verduras, ha de decirse que tendrán mayor valor nutritivo las de temporada, que no hayan pasado largo tiempo en cámaras frigoríficas o en transporte, sobre todo si se ingieren crudas o al vapor (siempre "al dente"), y que es mejor no cortarlas mucho antes de cocinarlas para disminuir la pérdida de nutrientes por evaporación.

Los cereales tendrán mayor valor nutritivo si son integrales, ya que al retirarles la cáscara se retira también su contenido en minerales y vitaminas, además de eliminar gran parte de la fibra.

Es importante además hacer hincapié en el consumo de la mayor variedad de alimentos posible, en este caso no limitando el consumo al trigo, al arroz y al maíz, sino abarcando también cereales menos conocidos como la avena, el centeno, la cebada, el mijo y la espelta; y a semillas como el lino, el trigo sarraceno o la quinoa.

3.2. Las legumbres

Las legumbres vuelven a ser reconocidas como alimento a promocionar dentro de una dieta saludable, tanto por su contenido en carbohidratos de índice glucémico bajo como por su contenido en proteínas vegetales. Tienen además un alto contenido en fibra, en minerales y en vitaminas del grupo B.

Los efectos beneficiosos sobre la salud incluyen la disminución del colesterol, regulación del tránsito intestinal y regulación de la glucemia.

Como hemos visto, las proteínas de las legumbres tienen menor valor biológico que las de origen animal, ya que pueden carecer de algunos aminoácidos esenciales, por tanto es interesante la combinación con otros alimentos vegetales como los cereales integrales o frutos secos y semillas.

Tradicionalmente se han preparado siempre en estofado o guiso, acompañadas de grasas animales saturadas resultando algo pesadas para todos los gustos. La nueva cocina está explorando formas más adaptadas a los gustos actuales, en ensalada o como lasaña, "paté", guarnición, etc.

3.3. Proteínas animales

Se da preferencia a los pescados y carnes blancas sobre las carnes rojas y los embutidos. De esta forma se obtiene la proteína sin el añadido de la grasa animal saturada.

Los pescados también aportan grasas como el ácido linolénico (omega 3), con efectos beneficiosos sobre el sistema cardiovascular.

Además, debe hacerse mención a los lácteos, siempre desnatados en edad adulta, preferiblemente sin azúcares añadidos ni conservantes ni colorantes. En cuantos a los quesos, mejor los curados ya que proporcionalmente al peso contienen menos grasas saturadas, más calcio, y al tener un sabor más intenso, suelen consumirse en menor cantidad.

3.4. Aceites de oliva o girasol y frutos secos

Las grasas han sido prácticamente erradicadas de algunas dietas occidentales, sin distinción entre el origen de las mismas, con efectos perjudiciales sobre la salud. Buscando un supuesto beneficio para la salud cardiovascular se han eliminado tanto grasas saturadas como insaturadas, dándose el caso de que los ácidos grasos monoinsaturados (aceite de oliva) y poliinsaturados (frutos secos), lejos de perjudicar, tienen efectos beneficiosos sobre los factores de riesgo cardiovasculares.

Un consumo racional y variado de aceites de origen vegetal (oliva, maíz, soja, girasol, nuez, sésamo) no solo aportan diversidad y gusto al resto de alimentos saludables, sino que tienen efectos sobre la coagulación sanguínea, la circulación y los triglicéridos.

En cuanto a los frutos secos, su consumo debe ser moderado por su aporte calórico pero frecuente, y siempre dando preferencia a los consumidos naturales, sin freír y sin sal añadida.

3.5. Azúcares

La Organización Mundial de la Salud (OMS) se ha propuesto disminuir los índices de obesidad mundial y las enfermedades derivadas de la misma y el deterioro dental; recientemente ha publicado sus recomendaciones básicas sobre la cantidad máxima diaria de consumo de azúcar que no debería superar el 5% de la ingesta calórica diaria total. Esta cifra supone reducir a la mitad el consumo de azúcar recomendado por la propia OMS en 2002, pero además resulta que en España las cifras actuales son de algo menos del 17% de las calorías ingeridas al día para la población adulta y cerca del 25% en el caso de los niños.

4. Alimentación saludable en la empresa

Teniendo en cuenta que en horario laboral solemos realizar una sino dos de las comidas principales, desde la empresa se debe promocionar y favorecer la salud del trabajador mediante una alimentación saludable, lo que repercutirá en el clima y la eficiencia de la misma.

Algunas actuaciones que se pueden realizar son:

- Revisión de los menús de empresa por un especialista en nutrición en caso de haber comedor en la misma. De esta forma, se adecúa el alimento ofrecido a las necesidades energéticas del grupo de trabajadores en concreto.
- Establecimiento de instalaciones adecuadas que favorezcan el consumo in situ de comida casera, evitando que deban desplazarse a establecimientos de comida rápida o menú del día inapropiado.
- Adecuación de horarios que permitan realizar una ingesta pausada.
- Instalación de máquinas de alimentación sana, desterrando la bollería industrial a favor de frutos secos naturales, frutas y hortalizas, lácteos desnatados, etc.
- Fuentes de agua de acceso fácil para todos los trabajadores.

5. Bibliografía

Basterra-Gortari, F. J, Beunza, J. J., Bes-Rastrollo, M., Toledo, E., García-López, M., Martínez-González, M. A. "Tendencia creciente de la prevalencia de obesidad mórbida en España: de 1,8 a 6,1 por mil en 14 años". *Rev Esp Cardiol.* 2011, 64: 424-426. vol. 64, nº 05, DOI: 10.1016/j.recesp.2010.06.010.

Estudio ALADINO 2013: Estudio de Vigilancia del Crecimiento, Alimentación, Actividad Física, Desarrollo Infantil y Obesidad en España 2013. Agencia Española de Consumo, Seguridad Alimentaria y Nutrición. Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad. Madrid, 2014.

http://www.naos.aesan.msssi.gob.es/csym/piramide/

Human energy requirements. *Report of a Joint FAO/WHO/UNU ExpertConsultation.* Rome, 17-24 October 2001. Disponible en: http://www.fao.org/docrep/007/y5686e/y5686e04.htm#bm04.1

2.7. ACTIVIDADES DE LA VIDA DIARIA

Mercedes García Gregorio
Grado en Enfermería. Enfermera especialista en Enfermería del Trabajo.
PREMAP Seguridad y Salud

Resumen

Adoptar un estilo de vida saludable supone reducir al mínimo la presencia de factores de riesgo para nuestra salud y, como contrapartida, incorporar en nuestro día a día factores de protección que nos aporten bienestar y un mejor estado de salud. Se explicará a continuación cómo incorporar un estilo de vida saludable dentro de las actividades de la vida diaria.

1. Introducción

Según establece la Carta de Otawa, "La salud se crea y se vive en el marco de la vida cotidiana". Partiendo de esta afirmación, nuestro objetivo ha sido centrarnos en los principales factores de riesgo detectados por la OMS, así como en los hábitos de salud que se pueden adoptar para luchar contra ellos y cómo incorporar los mismos a las actividades de la vida diaria.

Parece evidente que uno de los valores más importantes en nuestra vida es la salud. Sin embargo, no es frecuente pensar en la influencia que tienen en nuestro estado de salud las diferentes acciones y comportamientos que adoptamos en el día a día. Nuestra forma de alimentarnos, el modo en que ocupamos nuestro tiempo libre, nuestros hábitos de actividad física, etc., todo ello, condiciona y determina nuestro estado de salud. Y no sólo el nuestro: el hecho de ser referentes de nuestros hijos e hijas hace que con nuestro quehacer diario estemos también condicionando la salud del resto de los miembros de la familia.

Para alcanzar un buen estado de salud es imprescindible adoptar un estilo de vida saludable. Si entendemos estilo de vida como el "conjunto de pautas y hábitos comportamentales cotidianos de una persona", tal como establece Henderson, Hall y Lipton (1980), es imposible hablar de las actividades de la vida diaria sin referirnos a ellos. Es imposible hablar de vida saludable sin tener en cuenta qué es lo que hacemos en nuestra vida diaria, y sobre todo, cómo lo hacemos. Se trata de actividades que se repiten a diario y que son una herramienta fundamental a la hora de intentar conseguir nuestro objetivo: la salud.

Las sociedades desarrolladas, entre ellas la española, se han visto afectadas en las últimas décadas por importantes cambios sociales y culturales que tienen consecuencias directas en la salud de las personas. El desarrollo tecnológico de los últimos siglos y los cambios en los estilos de vida propios de la vida moderna han cambiado muchos de nuestros comportamientos individuales, así como la forma de relacionarnos con las otras personas y con nuestro entorno ambiental.

Si en la primera parte del siglo XX los principales problemas de salud pública estaban provocados por las enfermedades transmisibles, como la peste, el cólera, la viruela o la tuberculosis, en la actualidad el principal problema de salud son las enfermedades crónicas no transmisibles (ECNT). Entre esas patologías se encuentran las enfermedades cardiovasculares, la diabetes, la hipertensión, la obesidad y el cáncer.

Las estadísticas permiten entender la magnitud del problema. Estas enfermedades causaron 35 millones de muertes y supusieron el 60% del total de fallecimientos en el mundo en el año 2005. En España, las enfermedades crónicas no transmisibles causaron el 64,6% de las muertes en el año 2007; es decir, dos de cada tres muertes.

Además, al tratarse de enfermedades crónicas, no sólo provocan muerte, sino también pérdida de calidad de vida. Aumenta la cantidad de personas que viven más años con un peor estado de salud, con lo que esto significa en términos de pérdida de bienestar, menor productividad laboral y aumento del gasto sanitario.

Más allá de estos datos estadísticos, lo verdaderamente importante es comprender qué es lo que está provocando el aumento de estas enfermedades. De los diez factores de riesgo identificados por la OMS como clave para el desarrollo de las enfermedades crónicas, cinco están estrechamente relacionados con la alimentación y el ejercicio físico. Además de la obesidad, se incluye el sedentarismo, la hipertensión arterial, hipercolesterolemia y consumo insuficiente de frutas y verduras.

Como puede verse, la alimentación poco saludable y no practicar actividad física con regularidad son las principales causas de las enfermedades crónicas más importantes, y ambas son susceptibles de modificarse. Por lo tanto, vamos a centrarnos en ellas y vamos a ver cómo podemos integrarlas en las actividades de nuestra vida diaria.

En resumen, adoptar un estilo de vida saludable supone reducir al mínimo la presencia de factores de riesgo para nuestra salud y, como contrapartida, incorporar en nuestro día a día factores de protección que nos aporten bienestar y un mejor estado de salud.

2. Promoción de la salud

Siguiendo los criterios establecidos en la Carta de Ottawa (1986) emitida por la OMS, se define el término *promoción de la salud* como "el proceso que permite a las personas incrementar el control sobre los determinantes de la salud. Y en consecuencia, mejorarla".

Autores como Petlenko y Davidenko (1998), entre otros, coinciden al señalar cuatro variables, interaccionadas entre sí, como parámetros *determinantes de la salud* de la persona:

- Biología humana: genética, envejecimiento, etc.
- Medio ambiente: contaminación ambiental, ruido, etc.
- Sistema de atención sanitaria: hospitales, médicos, etc.
- *Estilo de vida:* Determinado por los hábitos de comportamiento, siendo el factor más influyente en la salud pública.

La clave para la promoción de la salud y la prevención de enfermedades, en el siglo XXI, es crear un entorno que favorezca los comportamientos positivos y un estilo de vida saludable.

Partiendo de esta afirmación, repasaremos el concepto estilo de vida saludable para destacar cuáles son los estilos de vida que se consideran, según distintos autores, los más favorables para la salud.

3. Estilo de vida saludable

Henderson, Hall y Lipton (1980) definen los estilos de vida como el "conjunto de pautas y hábitos comportamentales cotidianos de una persona". Mendoza (1994) aporta una definición sustancialmente parecida al afirmar que el estilo de vida puede definirse como el "conjunto de patrones de conducta que caracteriza la manera general de vivir de un individuo o grupo".

En ambas definiciones aparece el concepto de conducta o comportamiento y los hábitos frecuentes en la vida de las personas.

Según el glosario de promoción de la salud (Junta de Andalucía, 1986: 6), "... no existe un estado ideal de salud, no hay tampoco estilos de vida prescritos como óptimos para todo el mundo. La cultura, los ingresos, la vida familiar, la edad, la capacidad física, las tradiciones y el ambiente del trabajo y del hogar hacen que algunos modos y condiciones de vida sean más atractivos, factibles y apropiados".

No obstante, y según diferentes autores (Stephard, 1984; De la Cruz y cols., 1989...), parece que entre los hábitos que se consideran más favorables para la salud podemos destacar una alimentación correcta y la práctica de ejercicio físico frecuente.

4. Estrategia global sobre régimen alimentario, actividad física y salud de la OMS (2004) (Rabe, Ramírez y Casas Forero, 2007)

De los diez factores de riesgo identificados por la OMS como claves para el desarrollo de las enfermedades crónicas, cinco están estrechamente relacionados con la alimentación y el ejercicio físico. Además de la obesidad, se incluye el sedentarismo, la hipertensión arterial, hipercolesterolemia y consumo insuficiente de frutas y verduras.

Como puede verse, la alimentación poco saludable y no practicar actividad física con regularidad son las principales causas de las enfermedades crónicas más importantes, y ambas son susceptibles de modificarse. Por lo tanto, vamos a centrarnos en ellas y vamos a ver cómo podemos integrarlas en las actividades de nuestra vida diaria.

La estrategia global sobre régimen alimentario, actividad física y salud de la OMS, presentada en el año 2004, insta a los Estados miembros a que elaboren, apliquen y evalúen las acciones recomendadas en esta estrategia, adecuándola a su realidad nacional. Esta perspectiva promueve el fortalecimiento del sector salud y la coordinación con otros sectores de la sociedad para la implementación de políticas y planes de acción integrales, sostenibles en el tiempo y que permitan la participación de los ciudadanos en la solución del problema, en torno a la promoción de estilos de vida saludables a través de todo el ciclo vital (WHO, 2003 y 2005; OMS, 2003; Salinas, 2002; Vio, 2000)

En España, en enero de 2004, haciendo eco de esta estrategia, se plantean, en el *Boletín Oficial del estado,* las directrices para la elaboración de un Plan Integral de Obesidad, Nutrición y Actividad Física, bajo las directrices del Ministerio de Sanidad y Consumo, que ve la luz un año más tarde, bajo en nombre de "Estrategia Naos. Invertir la tendencia de obesidad. Estrategia para la nutrición, actividad física y prevención de la obesidad". Tiene como finalidad mejorar los hábitos alimentarios e impulsar la práctica regular de la actividad física de todos los ciudadanos, poniendo especial atención en la prevención durante la etapa infantil, dada la demostrada alta probabilidad de que un niño obeso sea en el futuro un adulto obeso.

5. Estrategia Naos

En el año 2005, el Ministerio de Sanidad, a través de la Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición (AESAN), puso en marcha la Estrategia Naos o Estrategia para la Nutrición, Actividad física y prevención de la Obesidad.

El objetivo de la Estrategia Naos es invertir la tendencia ascendente de la prevalencia de la obesidad mediante el fomento de una alimentación saludable y de la práctica de la actividad física, con intervenciones en distintos ámbitos (familiar, educativo, empresarial, sanitario, laboral, comunitario), que contribuyan a provocar cambios en nuestros estilos de vida.

5.1. Actividad física

La capacidad de movimiento e interacción con el mundo que nos rodea permite que la actividad física sea una práctica humana permanente en cualquier acción de nuestra vida como el trabajo, la escuela, el tiempo libre, las tareas cotidianas y familiares durante toda la existencia del hombre, de ahí su gran importancia y que constituya un factor a tener en cuenta a la hora de valorar la salud de las personas (Devis, 1992).

Desde épocas primitivas la actividad física ha sido inherente al hombre, debido a que de ella dependía su supervivencia (caza, pesca, agricultura...); con el paso de los años, la tecnología ha sustituido a todas estas actividades en las que el hombre precisaba de una gran energía. Además de dicha mecanización del trabajo, se han automatizado las tareas domésticas, se han reducido las dimensiones de la vivienda y han disminuido los juegos populares y tradicionales de las calles, sustituyéndose por el uso de videojuegos y largos periodos de tiempo frente a la televisión. Y no hay que olvidar el uso generalizado de la informática, que ha favorecido un aumento del sedentarismo de la población, tanto en la jornada laboral como en sus desplazamientos y en el tiempo libre.

Se sabe ya que la inactividad física es el cuarto factor de riesgo de mortalidad más importante en todo el mundo. La inactividad física aumenta en muchos países, y esto influye considerablemente en la prevalencia de enfermedades no transmisibles (ENT) y en la salud general de la población mundial (*Recomendaciones mundiales para la realización de actividad física*, OMS).

La OMS calcula que para el año 2020 las enfermedades no transmisibles serán la causa de más del 70% de la carga mundial de morbilidad; por este motivo, ha invitado a los gobiernos a promover y reforzar programas de actividad física para erradicar el sedentarismo como parte de la salud pública y política social, y como un medio práctico para lograr numerosos beneficios sanitarios, ya sea de forma directa o indirecta. Desde esta perspectiva, los objetivos se centran en involucrar a todos los actores y sectores de las comunidades para apoyar la realización de programas de promoción, crear los espacios y las condiciones requeridas y orientar a la población para realizar actividades físicas que produzcan los efectos fisiológicos y psíquicos esperados para la salud.

Las definiciones de actividad física coinciden en determinar que es toda acción motriz que ocasiona un gasto calórico. Incluye, por lo tanto, un amplio abanico de actividades que comprende desde cualquier movimiento corporal realizado en la vida cotidiana de cualquier persona, hasta las exigentes sesiones de entrenamiento.

En general las actividades físicas están reflejadas en las siguientes acciones motrices:

- Movimientos corporales que forman parte de la vida cotidiana de cada persona, relacionados además con el desempeño laboral, como caminar, cargar objetos, subir escaleras, conducir, realizar oficios caseros, etc.

- Actividades recreativas.
- Los ejercicios físicos sistemáticos.
- El entrenamiento deportivo (deporte).

Llegados a este punto, es importante diferenciar tres conceptos que en la actualidad se intercambian como sinónimos: actividad física, ejercicio físico y deporte.

5.1.1. Conceptualizando: actividad física, ejercicio físico y deporte

No fue hasta la publicación del artículo de Caspersen, Powell y Christenson (1985), donde se propuso una definición estándar para los conceptos de actividad física, ejercicio y deporte (Programa de actividades físicas que contribuya a mejorar los niveles de condición física-salud en las amas de casa).

Actividad física es cualquier movimiento voluntario realizado por músculos esqueléticos, que produce un gasto de energía adicional que nuestro organismo necesita para mantener las funciones vitales (respiración, circulación de la sangre, etc.).

Por tanto, actividad física es andar, transportar un objeto, jugar al fútbol, bailar, limpiar la casa, etc.

Cuando la actividad física se planifica, se organiza y se repite con el objetivo de mantener o mejorar la forma física le llamamos *ejercicio físico*.

Si, además, este ejercicio físico se realiza dentro de unas reglas que conjugan actividades físicas con otras características de la persona, se llama *deporte*.

Según estas definiciones y dado el propósito de este tema, nosotros nos centraremos en el concepto de *actividad física*.

5.1.2. Definición de actividad de la vida diaria

La primera definición de *actividades de la vida diaria* (AVD) fue elaborada por la Asociación Americana de Terapia Ocupacional (AOTA) en 1978, donde la definían como "los componentes de la actividad cotidiana comprendidos en las actividades de autocuidado, trabajo y juego/ocio" (Ávila *et al.*, 2010).

Posteriormente, la AOTA estableció que existen varios tipos de actividades de la vida diaria en las que la gente se ocupa, incluidas las:

- Actividades básicas de la vida diaria: son las actividades orientadas al cuidado del propio cuerpo, por lo que también son conocidas como actividades personales de la vida diaria. Incluye las actividades de bañarse, ducharse, vestirse, comer, etc.

- Actividades instrumentales de la vida diaria: son las actividades destinadas a la interacción con el medio, que son a menudo complejas y que generalmente su realización es opcional (adaptado por Rogers & Holms, 1994). Incluye: cuidado de otros, cuidado de mascotas, crianza de los niños, gestión y mantenimiento de la salud, establecimiento y gestión del hogar, etc.

- Descanso y sueño: son las actividades relacionadas con la obtención del sueño y un descanso restaurador que apoye la participación activa en otras áreas de ocupación.

- Educación. Incluye las actividades necesarias para ser un estudiante y participar en el medio educativo.

- Trabajo: referido a las actividades necesarias para conseguir un empleo remunerado o actividades de voluntariado (Mosey, 1996). Incluye: interés y búsqueda de empleo, encontrar y conseguir un empleo, desempeño del trabajo, etc.

- Juego: cualquier actividad espontánea u organizada que provea disfrute, entretenimiento, pasatiempo o diversión (Parham & Fazio, 1997).

- Ocio o tiempo libre: una actividad no obligatoria elegida voluntariamente y desempeñada durante un tiempo que no entre en conflicto con la dedicación a ocupaciones obligatorias como trabajar, el cuidado personal o dormir (Parham & Fazio, 1997).

- Participación social: actividades asociadas con la organización de patrones de comportamiento que son característicos y esperados en una interacción individual o colectiva con otros dentro de un sistema social dado (adaptado por Mosey, 1996).

5.1.3. Recomendaciones mundiales para la realización de la actividad física (OMS)

Al tener claro que son muchas y variadas las posibilidades para realizar actividad física, es de interés general identificar cuáles son las más adecuadas para producir los beneficios relevantes en términos de salud, promoviendo una regulación de los procesos metabólicos y de adaptación que aseguren la prevención y el tratamiento de enfermedades.

Aunque las recomendaciones deben adaptarse a cada edad y persona, podemos considerar que en una persona adulta la actividad física beneficiosa para la salud es aquella de intensidad moderada que se realiza diariamente, o casi todos los días, con una duración mínima de 30 minutos.

La duración aconsejada depende de la intensidad. Si no se puede realizar actividad física de intensidad moderada (aumenta la sensación de calor y se inicia una ligera sudoración, el ritmo de la respiración y de los latidos del corazón se incrementa, pero aún nos permite hablar), podemos realizar 60 minutos de intensidad suave (inicio de sensación de calor y ligero aumento del ritmo de la respiración y del ritmo de los latidos del corazón).

Los 30/60 minutos aconsejados pueden distribuirse en periodos de 10 a 15 minutos a lo largo del día. Un mayor nivel de actividad (es decir, más de 150 minutos semanales) reporta beneficios adicionales para la salud. Sin embargo, no hay evidencia que indique que los beneficios aumentan a partir de los 300 minutos semanales.

Hay evidencia científica clara de que, en comparación con las personas inactivas, las personas físicamente activas presentan una mejor forma física, un menor perfil de riesgo de diversas dolencias discapacitantes y una menor tasa de enfermedades no transmisibles crónicas.

5.1.4. Cómo incorporarlo a las actividades de la vida cotidiana

Según la OMS, para los adultos (18-64 años), la actividad física incluye las actividades recreativas o de ocio, desplazamientos (por ejemplo, paseos a pie o en bicicleta), actividades ocupacionales (es decir, trabajo), tareas domésticas, juegos, deportes o ejercicios programados en el contexto de las actividades diarias, familiares y comunitarias.

Hay diversas maneras de totalizar 150 minutos de actividad física a la semana. En particular, mediante varias sesiones breves distribuidas a lo largo de la semana: por ejemplo, 30 minutos de ejercicio moderado cinco veces por semana.

Los efectos demostrados de la actividad física sobre los marcadores biomédicos indican que aquella debería realizarse a lo largo de toda la semana (por ejemplo, cinco o más veces semanales). Para facilitar su realización, el mínimo diario puede integrarse en actividades cotidianas tales como:

- Juega activamente con tus hijos e hijas.
- Comienza con un paseo de 10 minutos y aumenta el tiempo de forma progresiva.
- Camina siempre que puedas. Bájate del autobús antes de llegar a tu parada y utiliza las escaleras.
- Reduce los periodos de inactividad, tales como ver la televisión.
- Procura pasear o montar en bicicleta durante trayectos cortos.
- Descubre itinerarios para andar o ir en bicicleta por los alrededores de tu casa y utilízalos.
- Asiste como observador a una clase de actividad física para ver si deseas participar.
- Realiza las actividades que llevas a cabo en la actualidad, pero más a menudo.
- Levántate del sofá cada hora y realiza estiramientos y ejercicios de flexibilidad.

Este mínimo de actividad física diaria es esencial. Los ejercicios y actividades de menor frecuencia, 2-3 veces por semana, pueden mejorar la forma física pero tienen efectos menos importantes para la salud.

5.2. Alimentación

Al mismo tiempo que millones de personas mueren de hambre en el mundo, la obesidad adquiere, según la OMS, caracteres de epidemia.

La obesidad y el sobrepeso son perjudiciales para la salud, tanto por sí mismas como por ser factores predisponentes para otras enfermedades crónicas, y acortan la esperanza de vida.

Los principales desencadenantes en el aumento de la obesidad son los cambios en la alimentación y los nuevos estilos de vida más sedentarios:

- Nuestro país ha sufrido grandes cambios en las últimas décadas, que han repercutido drásticamente en la manera de alimentarse de nuestros ciudadanos. Las dietas tradicionales han sido reemplazadas rápidamente por otras con una mayor densidad energética, lo que significa más grasa, principalmente de origen animal, y más azúcar añadido a los alimentos, unido a una disminución de la ingesta de carbohidratos complejos y de fibra. Tenemos menos tiempo para cocinar, comemos más fuera de casa, compramos más veces alimentos precocinados, olvidamos los productos de temporada, etc. Estos cambios alimentarios se combinan con cambios de conductas que suponen una reducción de la actividad física en el trabajo y durante el tiempo de ocio.

- La otra causa de la obesidad es la inactividad física. Reconocido como un determinante cada vez más importante de la salud, este problema es el resultado del cambio de patrones de conducta que derivan hacia estilos de vida más sedentarios, cuyas causas últimas son la vida en las ciudades, las nuevas tecnologías, el ocio pasivo y el mayor acceso a los transportes. Casi no hacemos ejercicio, nuestro trabajo es a menudo sedentario, salimos poco a pasear, etc.

5.2.1. Cómo incorporar a nuestra vida una alimentación saludable

Los hábitos dietéticos en sociedades culturalmente desarrolladas como la nuestra han evolucionado desde la dieta mediterránea tradicional hacia patrones alimentarios más propios de las sociedades originarias del norte de Europa, caracterizadas por una mayor contribución de la grasa de origen animal al consumo energético total en perjuicio de los hidratos de carbono complejos y la fibra vegetal. Además, el cada vez más frecuente consumo de alimentos precocinados en detrimento de los frescos, así como el hábito de comer fuera del hogar, hace que nos alejemos de nuestra saludable dieta mediterránea tradicional.

Según los datos de los que se dispone en la actualidad, en España la alimentación es deficitaria en frutas, verduras y hortalizas, así como en cereales integrales, lácteos bajos en grasa y pescado. Por el contrario, necesitamos moderar el

consumo de carnes, embutidos, alimentos ricos en grasas saturadas, bollería industrial y bebidas edulcoradas.

El aumento del consumo de grasa de origen animal, asociado a una baja actividad física, se ha relacionado con un mayor riesgo de padecer enfermedades cardiovasculares, algún tipo de cáncer, obesidad, trastornos del metabolismo glicémico, caries dental, osteoporosis y algunas alteraciones del sistema inmunitario.

Contrariamente, la incorporación abundante de frutas y verduras a nuestra alimentación se ha correlacionado como un marcador protector para padecer muchos de estos problemas crónicos.

Según la Sociedad Española de Nutrición Comunitaria (SENC) y la Sociedad Española de Medicina de Familia y Comunitaria (semFYC), existe una serie de consejos que debemos seguir en nuestra vida diaria a la hora de alimentarnos.

- Come despacio y mastica bien.
- Utiliza métodos sencillos para la preparación de los alimentos, con poca grasa y poca sal.
- Mantén una adecuada hidratación mediante el consumo abundante de agua, infusiones, caldos, etc. El agua es imprescindible para el mantenimiento de la vida. El consumo recomendado es de 1 a 2 litros/día.
- Practica diariamente actividad física moderada y ajusta la ingesta de alimentos al nivel de ejercicio habitual.
- Los alimentos que deben ser ingeridos diariamente y que se incluyen en la base de la pirámide de la alimentación son: cereales y derivados de cereales (pan, pasta, arroz), patatas, verduras, hortalizas, frutas, leche, derivados lácteos y aceite de oliva.
- Modera el consumo de carnes grasas, embutidos, pastelería, bollería, azúcares y bebidas azucaradas.
- Modera el consumo de alcohol.
- Realiza al menos 5 comidas al día. El hecho de comer más veces a lo largo del día y en menor cantidad contribuye al mantenimiento de un peso estable, mejora la digestión y mantiene los niveles de glucosa y lípidos en sangre.

- Evita el "picoteo".

Es importante conservar y aprovechar al máximo las propiedades nutritivas de cada alimento, disfrutar de platos ricos y sanos y cuidar nuestra salud mediante el uso de técnicas culinarias saludables. Es imprescindible, por tanto, seguir estos consejos a la hora de preparar los alimentos:

- Verduras y hortalizas: El calor de la cocción destruye parte de los nutrientes de las hortalizas y verduras y el agua diluye también vitaminas y minerales. Es por ello importante que consumamos hortalizas crudas como mínimo una vez al día, además de las que tomamos cocidas.

  Para evitar la pérdida de nutrientes durante la cocción es conveniente:

  - Lavarlas, cortarlas en grandes trozos y no dejarlas en remojo. Si es posible, cocinarlas con su piel.
  - Utilizar la menor cantidad de agua posible en las cocciones, en olla tapada y con un poco de sal, con rápidos tiempos de cocción.
  - Aprovechar el líquido de cocción, rico en sustancias solubles para elaborar otros platos como cocidos, sopas, purés, salsas, etc.

- Frutas: Al consumirlas crudas, aprovechamos al máximo las vitaminas y minerales de las frutas. También es preferible consumirlas con su piel, lavándolas bien con abundante agua potable. Los zumos de frutas son una buena y saludable opción, aunque pierden parte de su potencial nutritivo.
- Carne: Las carnes se pueden cocinar de muchas formas, pero las técnicas culinarias que requieren menos aceite son plancha, hervido, asado, horno, guiso y estofado.

6. Algo importante que conviene recordar

Tanto los hábitos alimentarios como los comportamientos sedentarios se desarrollan en la infancia y adolescencia, siendo luego muy difíciles de modificar. La influencia del ámbito familiar en el desarrollo de estos comportamientos es decisiva: los niños observan nuestra manera de comer, decidimos la oferta de alimentos en casa, estimulamos el comportamiento activo o sedentario de los

hijos, el dinero que los niños tendrán para golosinas, bollos refrescos, helados, etc. Los padres/madres estamos en una posición privilegiada para poder ayudarles y es por ello que sea un objetivo primordial fomentar los buenos hábitos en la edad pediátrica.

7. Bibliografía

Actividad física beneficiosa para la salud. Disponible en: http://www.conade.gob.mx/biblioteca/documentos/articulo03.pdf.

AESAN. Estrategia Naos, 2005. Disponible en: http://www.naos.aesan.msssi.gob.es/naos/estrategia/que_es/.

Ávila Álvarez, A., Martínez Piédrola, R., Matilla Mora, R., *et al. Marco del trabajo para la práctica de la terapia ocupacional. Dominio y proceso.* 2ª Edición (Traducción). www.Terapia-ocupacional.com (portal internet). 2010 (Consultado 18 de noviembre de 2013); (85 pp.). Disponible en: http://www.terapia-ocupacional.com/aota2010esp.pdf Traducido de: American Occupational Therapy Association. Occupational therapy practice framework: Domain and process (2ª ed.), 2008.

CEAPA. *Guía para la promoción de hábitos saludables y prevención de la obesidad en la edad infantil* (CEAPA). Disponible en: http://www.ceapa.es/c/document_library/get_file?uuid=e28090fc-69d2-4f0e-890a-86fda3845a7f&groupId=10137.

Consejos para una alimentación saludable de la Sociedad Española de Nutrición Comunitaria (SENC) y la Sociedad Española de Medicina de Familia y Comunitaria (semFYC). Disponible en: http://www.semfyc.es/pfw_files/cma/Informacion/modulo/documentos/guia_alimentacion.pdf.

De la Cruz, J. C. y cols. *Educación para la salud en la práctica deportiva escolar. Higiene de la actividad física escolar.* Málaga. Unisport, 1989.

Guía para el fomento de la alimentación saludable y la actividad física. Disponible en: http://www.caib.es/sacmicrofront/archivopub.do?ctrl=MCRST462ZI101941&id=101941.

Henderson, J., Hall, M., Lipton, H. "Changing self destructive behaviors". En Sánchez Bañuelos. *Actividad física orientada hacia la salud.* Madrid. Biblioteca Nueva, 1980, p. 23.

http://www.juntadeandalucia.es/turismocomercioydeporte/documentacion/apuntes/23756/23756_1.pdf

Mendoza, R., Sagrera, M. R., Batista, J. M. *Conductas de los escolares españoles relacionadas con la salud (1986-1990).* Madrid. Consejo Superior de Deportes, 1994.

Ministerio de Sanidad y Consumo. *Actividad física.* Disponible en: http://www.msssi.gob.es/ciudadanos/proteccionSalud/adolescencia/actividad_fisica.htm.

OMS. Recomendaciones mundiales para la realización de actividad física. Disponible en: http://whqlibdoc.who.int/publications/2010/9789243599977_spa.pdf.

Programa de actividades físicas que contribuya a mejorar los niveles de condición física-salud en las amas de casa. Placetas. Villa Clara. Disponible en: http://www.monografias.com/trabajos88/actividades-mejorar-niveles-condicion-fisica/actividades-mejorar-niveles-condicion-fisica2.shtml.

Rabe, G.; Ramírez, C., Casas Forero, N. "Formar en un estilo de vida saludable. Otro reto para la ingeniería y la industria". *Educ.* 2007, 10(2). Chia julio/diciembre.

Stephard, R. J. "Physical activity and 'wellness' of de child". En R. A. Boileau (ed.). *Advances in Pediatric Sport Sciences,* vol. 1, Human Kinetics Champaign, 1984: 1-27.

3

EMPRESA PROMOTORA DE SALUD / EMPRESA SALUDABLE: LA SALUD INTEGRAL EN LA EMPRESA

3.1. DEFINICIÓN, CONCEPTO Y APLICABILIDAD

Francisco Javier Doñas Beleña
Enfermero del Trabajo, máster en Higiene Industrial, Seguridad y Ergonomía. Dirección Adjunta Medicina del Trabajo, PREMAP Seguridad y Salud

Resumen

El capítulo siguiente trata de mostrar las principales líneas rectoras de la promoción de la salud en el lugar de trabajo, su importancia y beneficio, así como los distintos enfoques encontrados en las diferentes organizaciones europeas y mundiales y su posible puesta en práctica y ámbito de aplicación en el mundo de la empresa.

1. Introducción

La evidencia ha demostrado la importancia y utilidad de promover la salud en los lugares de trabajo. Los trabajadores pasamos en nuestro entorno laboral una parte más que considerable de nuestro tiempo, de manera que los hábitos y estilos de vida que mostramos en nuestro lugar de trabajo tienen una repercusión clara en nuestra salud y bienestar.

La promoción de la salud en el trabajo es una estrategia fundamental de salud pública que promueve tanto la capacidad de los individuos como la actuación de los grupos y comunidades de forma colectiva para controlar los determinantes de salud.

Sin embargo, y antes de entrar en materia, es conveniente realizar un repaso histórico al concepto y su evolución en el tiempo.

Para tener una perspectiva histórica adecuada podríamos remontarnos miles de años atrás y ya encontraríamos en Galeno la primera relación entre estilos de vida y salud, pasando por Bernardo Ramazzini, al que se considera fundador de la Medicina del Trabajo, con sus estudios sobre enfermedades profesionales y la promoción de medidas de protección para los trabajadores.

A pesar de estos inicios, el primero en usar el término *promoción de la salud* fue un médico e historiador del siglo XX, Henry Sigerist, que en 1945 definió las cuatro grandes tareas de la medicina –prevención de la enfermedad, restablecimiento del enfermo, rehabilitación y promoción de la salud– diciendo "la salud se promueve cuando se facilita un nivel de vida decente, buenas condiciones de trabajo, educación, cultura física y medios de descanso y recreación".

Pero la primera definición propiamente dicha de "promoción de la salud del trabajo" (PST) surge por parte de Parkinson y cols. en 1982 como una combinación de actividades educativas, organizativas y ambientales para reforzar comportamientos saludables en los trabajadores y sus familias.

Siguiendo por este recorrido histórico, en 1989 Wynne adaptó al entorno de trabajo los principios generales de promoción de la salud basados en el modelo propuesto por la OMS en 1984, afirmando que la promoción de la salud en el lugar de trabajo "apunta a las causas determinantes de la mala salud, combina diversas maneras de abordarlas, propone una participación efectiva de los trabajadores, y no es principalmente una actividad médica, sino que debe formar parte de la organización del trabajo y de las condiciones laborales".

En 1993 Grossman y Scala sugirieron que una PST eficaz debería tener en consideración también los problemas de la organización, especialmente de marketing y económicos, no solamente los relativos a la salud. Así, deberían conectarse las necesidades de salud de los trabajadores y la situación económica de la organización.

Posteriormente, en 1997, la Red Europea definió la *promoción de la salud en el trabajo* como la unión de "los esfuerzos de los empresarios, los trabajadores y la sociedad para mejorar la salud y el bienestar de las personas en el lugar de trabajo", constituyendo la base de la Declaración de Luxemburgo, a la que se han adherido los 28 países que conforman actualmente la Red y múltiples empresas europeas.

En la declaración de Luxemburgo, los miembros de la ENWHP consensuaron la definición de PST como: "Aunar los esfuerzos de los empresarios, los trabajadores y la sociedad para mejorar la salud y el bienestar de las personas en el lugar de trabajo".

Esta definición abarca a todos los posibles actores implicados dotándola de una visión social resaltando la importancia de trabajadores y empresarios y buscando la participación y colaboración de la sociedad.

En la última década, las intervenciones de este tipo, en diferentes países y empresas, se han multiplicado dando como resultado múltiples evidencias positivas no sólo en la salud y estilos de vida de los trabajadores, sino también en la productividad, competitividad y sostenibilidad de las propias empresas.

Este capítulo está dirigido a dotar de información a todos aquellos interesados en el tema y dar suficientes datos para actuar como guía en una posible actuación encaminada a la implantación de programas de empresa saludable.

2. Definición, concepto y aplicabilidad

En el complejo contexto actual del mundo empresarial puede afirmarse sin ningún género de dudas que la conciencia y el compromiso social constituyen un valor añadido a los productos o servicios ofrecidos.

Es más, son significativas las nuevas tendencias detectadas en los consumidores hacia productos y servicios de aquellas compañías con prácticas saludables.

Las empresas más competitivas son aquellas que poseen la habilidad de anticiparse a las nuevas tendencias que presentarán los escenarios de mañana.

Aparte, por supuesto, del valor ético o moral que supone el cuidado de la salud de los trabajadores impulsado por la propia empresa desde el mismo lugar de trabajo, esta preocupación supone además una serie de beneficios fácilmente cuantificables. Entre ellos, destacan los siguientes:

1. La rentabilidad de la inversión en prevención y promoción de la salud.

   Entre un 3 y un 10% del volumen de facturación de una empresa puede perderse por las consecuencias de un entorno no saludable. Por cada euro invertido en la buena salud de los trabajadores se obtiene un beneficio de tres.

2. La reducción del absentismo.

   Toda iniciativa en la mejora de los hábitos de los trabajadores reduce el absentismo hasta en un 36%.

3. La mejora de la productividad y de la motivación de los trabajadores.

   Toda iniciativa para el incremento de la salud en los trabajadores se traducirá en productividad y constancia en el puesto de trabajo.

En definitiva, la inversión en promoción de la salud beneficia a las empresas por el valor de la acción en sí misma, y desde un punto de vista estrictamente económico, es también rentable tanto por la reducción de los costes indirectos, como por el valor comercial que deriva del prestigio de un producto o servicio sustentado sobre esta conciencia laboral. Además de que en la mayoría de los países existe cumplimiento normativo específico que protege a los trabajadores.

Si a esto le añadimos el hecho de que la mitad de la población global es trabajadora, se pone de relieve la importancia del tema tratado no sólo para los trabajadores y sus familias, sino también para la productividad, competitividad y sostenibilidad de las empresas, así como para las economías nacionales y, por ende, para la economía global.

De esta manera, y teniendo en cuenta lo dicho anteriormente, la promoción de la salud en la empresa es uno de los grandes objetivos definidos en el Plan de Acción Mundial de la Organización Mundial de la Salud.

Y para terminar, la OMS define una empresa saludable como aquella que integra la promoción de la salud en un proceso de mejora continua para promover y proteger la salud, el bienestar de todos los empleados y la sostenibilidad del puesto de trabajo.

Siguiendo estos principios vertebradores de actuación, y como adaptación a nuestro entorno laboral europeo, Premap Seguridad y Salud, AENOR y el Instituto Europeo de Salud y Bienestar definen una empresa promotora de la salud como:

> Aquella que trabaja con responsabilidad social empresarial y tiene (entre otros) como objetivo la reducción de los problemas de salud en la población trabajadora. Este objetivo se traduce no sólo en el esfuerzo por disminuir los accidentes laborales y las enfermedades llamadas profesionales, sino también en la implantación de una serie de conductas y hábitos saludables entre los trabajadores de las empresas. La mejora en el estado de salud de sus trabajadores necesariamente redunda en un beneficio adicional, que constituye la otra gran meta de cualquier entidad: el aumento de la productividad, la efectividad y la calidad de estas empresas.

Este modelo así como el marco de actuación que brinda la OMS son aplicables a cualquier contexto y entorno, siendo igualmente válido para cualquier sector de actividad, tamaño de la plantilla, localización o cualquier otro factor.

3.2. PROTECCIÓN Y PROMOCIÓN DE LA SALUD: OMS, OIT Y ENWHP

Francisco Javier Doñas Beleña
Enfermero del Trabajo, máster en Higiene Industrial, Seguridad y Ergonomía. Dirección Adjunta Medicina del Trabajo, PREMAP Seguridad y Salud

Resumen

Antes de entrar a estudiar las bases para establecer una política de empresa saludable y promotora de la salud, se definirán los conceptos de promoción y protección de la salud.

1. Promoción de la salud (OMS)

Cuando se hace referencia a la promoción de la salud, no podemos separarla de la denominada "Carta de Ottawa", que surge a raíz de la Primera Conferencia Internacional de Promoción de la Salud llevada a cabo en 1986, así como de la Declaración de Yakarta, que confirma lo expuesto en Ottawa e identifica prioridades.

La Carta de Ottawa contiene la integración de los diferentes enfoques de promoción de la salud; en ella manifiesta:

La promoción de la salud consiste en proporcionar a los pueblos los medios necesarios para mejorar su salud y ejercer un mayor control sobre la misma. Para alcanzar un estado adecuado de bienestar físico, mental y social un individuo o grupo debe ser capaz de identificar y realizar sus aspiraciones, de satisfacer sus necesidades de cambiar o adaptarse al medio ambiente. La salud se percibe, pues, no como el objetivo, sino como la fuente de riqueza de la vida cotidiana.

Se trata, por tanto, de un concepto positivo que acentúa los recursos sociales y personales así como las aptitudes físicas.

Las líneas estratégicas que marca la Carta de Ottawa son cinco:

- Construir políticas públicas saludables.
- Crear ambientes que favorezcan la salud.
- Fortalecer la acción comunitaria.
- Desarrollar habilidades personales.
- Reorientar los servicios de salud.

La Declaración de Yakarta sobre la manera de guiar la promoción de la salud hacia el siglo XXI (julio de 1997) confirma que estas estrategias y áreas de acción son esenciales para todos los países e identifica cinco prioridades de cara a la promoción de la salud en el siglo XXI:

- Promover la responsabilidad social para la salud.
- Incrementar las inversiones para el desarrollo de la salud.
- Expandir la colaboración para la promoción de la salud.
- Incrementar la capacidad de la comunidad y el empoderamiento de los individuos.
- Garantizar una infraestructura para la promoción de la salud.

Aparece el concepto de *enpowerment* o empoderamiento para la salud como definición, siendo esta:

> **Un proceso de acción social que promueve la participación de la gente, de las organizaciones y de las comunidades para ganar control respecto a sus vidas en su comunidad y en el conjunto de la sociedad. Un proceso de colaboración en pos de un objetivo común.**

2. Protección de la salud

Como concepto integrador y multidisciplinar, la protección de la salud ha de tener en cuenta aspectos del ámbito laboral (medidas tomadas en el lugar de trabajo para evitar la exposición de los trabajadores a diferentes riesgos que provoquen distintas patologías), así como del extralaboral, estableciendo estrategias de actuación a diferentes niveles.

Pasando a las organizaciones estrictamente laborales, para la Organización Internacional del Trabajo (OIT), la promoción de la salud en el lugar de trabajo es eficaz cuando complementa las medidas de seguridad y la salud en el trabajo, integrándola en las prácticas de gestión para prevenir accidentes y enfermedades, y cuanto contribuye a proteger y mejorar la salud y el bienestar de los hombres y las mujeres en el trabajo.

Es decir, la OIT hace suyos los principios y estrategias de la promoción y protección de la salud dadas por la OMS, pero adaptándolas al ámbito laboral e integrándolas dentro de una estrategia global de seguridad y salud en el trabajo.

Ya en el ámbito europeo, encontramos la ENWHP (Red Europea de Promoción de la Salud en el Trabajo), que es una red informal de institutos nacionales de seguridad y salud en el trabajo, así como otras instituciones del ámbito de la salud pública de diferentes países europeos (miembros o no de la UE). Esta red se encarga de recopilar y difundir ejemplos de prácticas saludables en el lugar de trabajo. Haciendo suyos los principios generales de la promoción de la salud de la OMS, define tres directrices generales de actuación para conseguir ambientes de trabajo saludables y seguros:

- La prevención de riesgos laborales.
- La cultura de la organización, en referencia a la existencia de una serie de valores que dirigen la forma de interactuar de las personas tanto dentro como fuera de la organización.
- Acciones voluntarias, para ir más allá de un ambiente laboral seguro fomentando la creación de hábitos saludables.

3.3. ESTABLECIMIENTO DE UNA POLÍTICA DE EMPRESA SALUDABLE Y PROMOTORA DE SALUD: NÚCLEO PRINCIPAL Y ORIGEN NECESARIO

Francisco Javier Doñas Beleña
Enfermero del Trabajo, máster en Higiene Industrial, Seguridad y Ergonomía. Dirección Adjunta Medicina del Trabajo, PREMAP Seguridad y Salud

Resumen

Existen diversos modelos de puesta en marcha de políticas saludables en el entorno de trabajo; sin embargo, nos vamos a centrar en el modelo de empresa saludable, basado en los criterios de la OMS (modelo de ambientes de trabajo saludables) y en ciertas características propias. Se trata de un modelo realizado por AENOR con la colaboración del Instituto Europeo de Salud y Bienestar Social (centro colaborador de la OMS en España) y de Premap Seguridad y Salud, empresa líder y pionera en medicina del trabajo y prevención de riesgos laborales en España.

1. Modelo de Deming

El modelo que se plantea combina protección de la salud con promoción de la misma. Este modelo se establece sobre la metodología denominada ciclo de Deming o espiral de mejora continua o círculo PDCA (del inglés *plan-do-check-act*, esto es, planificar-hacer-verificar-actuar). Es una estrategia de mejora continua en cuatro pasos muy utilizada en sistemas de gestión de la calidad. Este ciclo se puede describir brevemente como:

- **Planificar.** Se buscan las actividades susceptibles de mejora y se establecen los objetivos a alcanzar dentro del plan global de empresa saludable.
- **Hacer.** Se realizan cambios para implantar las mejoras propuestas.
- **Verificar.** Una vez implantada la mejora, se deja un periodo de prueba para verificar su correcto funcionamiento.
- **Actuar.** Cuando finaliza el periodo de prueba, se deben estudiar los resultados y compararlos con el funcionamiento de las actividades antes de implantar esas mejoras.

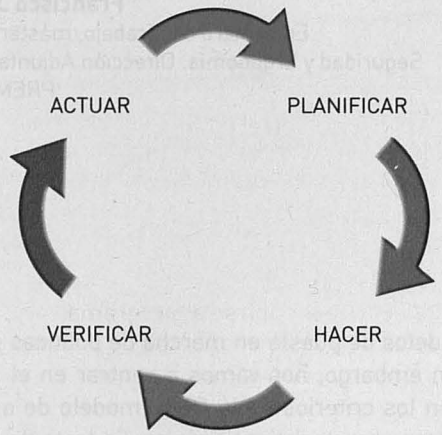


Figura 1. Espiral de mejora continua

Sin embargo, todas las acciones encaminadas al establecimiento de una política de empresa saludable deben guiarse sobre unos principios establecidos por la OMS, admitidos de forma unánime con independencia del tamaño, sector o características propias de la empresa. Estos son:

- Ética empresarial.
- Interés empresarial.
- Obligación legal.

Que a su vez son argumentos de implantación de este tipo de políticas como decíamos en epígrafes anteriores.

Estos principios generales podrían y deberían complementarse con otros objetivos a tener en cuenta:

1. El fomento de hábitos saludables entre los trabajadores.
2. Influencia en las políticas empresariales.
3. Mejoras en las condiciones y en la organización del trabajo.
4. La mejora en la calidad de la vida laboral.

La vertebración, implantación e implementación de este programa puede hacerse de varias maneras teniendo en cuenta los principios que guían estas políticas saludables dependiendo del tamaño y sector de actividad de la empresa, entre otras características.

La realización de todas las fases del programa, puesta en marcha del mismo, asesoramiento, formación y todo aquello que pudiera derivarse de la implantación de este, será efectuado por personal de la propia compañía en el caso de que contara con personal especializado y con formación para ello o bien por personal externo en los casos en que fuera necesario.

Fase previa: Requisitos para adscribirse al programa

1. Compromiso de la alta dirección/gerencia

Es necesario firmar la carta-compromiso para la implantación del programa por la gerencia de la compañía. El compromiso por escrito es fundamental y previo, así como la asignación de un alto directivo de la empresa con funciones de responsabilidad y autoridad.

2. Cumplimiento de la normativa vigente en materia de prevención de riesgos laborales

Debe estar adecuadamente documentada y ser accesible. Si no hubiera cumplimiento adecuado de la normativa se establecería un periodo, a determinar junto con la empresa, para normalizar la situación. La promoción de la salud sólo es efectiva cuando la prevención de la empresa es gestionada adecuadamente. No tiene sentido implantar un programa de estas características sin un cumplimiento normativo previo, ya que este programa pretende ir más allá de los requisitos legales, pero estableciendo estos como base.

3. Disposición de una organización preventiva

No es posible la implantación de un programa de esta envergadura sin el apoyo práctico y logístico de la organización de la empresa. Lo ideal sería la asociación del departamento de prevención y de sus actividades con nuestro programa.

4. Apoyo de los trabajadores o sus representantes

Fase I: Comunicación trabajadores-empresa

Se comunicaría la implantación del programa de empresa saludable, a través de los medios que se consideren adecuados (internet, folletos, charlas, etc.) a toda la organización de nuestra empresa cliente, a la Dirección no implicada directamente, a la sección de Recursos Humanos, al Servicio de Prevención, al Comité de Seguridad, etc.

La información a toda la empresa debe versar acerca de la naturaleza de la certificación, sus objetivos, implantación y desarrollo, y sobre los beneficios esperados tanto individual como colectivamente.

Fase II: Identificación y análisis de necesidades

1. Recopilación de la información

- Relativa a siniestralidad. Esta información debe facilitarla la propia empresa.
- Relativa a condiciones de trabajo (ER). Esta información engloba la medición de ruido, de humedad o de iluminación, la identificación de los puestos de trabajo, etc.
- Relativa a necesidades y preferencias percibidas por los trabajadores y la Dirección. Esta información se recogería a través de cuestionarios o un buzón de sugerencias.
- Relativa a la atención sanitaria por enfermedad común. Esta información se recogería a través de cuestionarios o de cualquier otro medio. La metodología de recogida de información se adecuaría a los criterios estandarizados.

2. Registro de la información recopilada mediante el formato adecuado y accesible para su consulta

3. Análisis de necesidades y preferencias de la empresa cliente

Este análisis se llevaría a cabo junto con la Dirección de la empresa.

4. Resultados

Tras las fases anteriores, se elaboraría un primer informe para el conocimiento y la aprobación de la Dirección de empresa. A partir de dicho informe se plantearía la elaboración de un diseño de programa adaptado.



Figura 2. Aprobación/Implantación

Fase III: Implantación del programa empresa saludable/promotora de salud

El asesoramiento, la formación y las diferentes actividades planificadas en el programa serían llevados a cabo por el personal de la propia compañía o personal externo, como hemos señalado en nuestro preámbulo. En esta fase se realizaría la puesta en marcha de las líneas marcadas en el diseño de trabajo aprobado por la Dirección de la empresa.

Fase IV: Auditoría y certificación

Una vez implantado el programa, y quedando constancia documental de ello a través de documentos para tal fin, se verificará su cumplimiento a través de una auditoría. Esta se llevaría a cabo por personal especializado sin relación con las actividades de la empresa cliente, como, por ejemplo, una entidad certificadora acreditada con un programa específico para ello si lo hubiera.

Esta entidad certificadora podría emitir un certificado dejando constancia tanto para los propios trabajadores de la empresa como para la sociedad en general de la implantación de estas políticas en determinada empresa.

Podría realizarse una preauditoría antes del término de dicho periodo para identificar posibles deficiencias y llevar a cabo las mejoras necesarias.

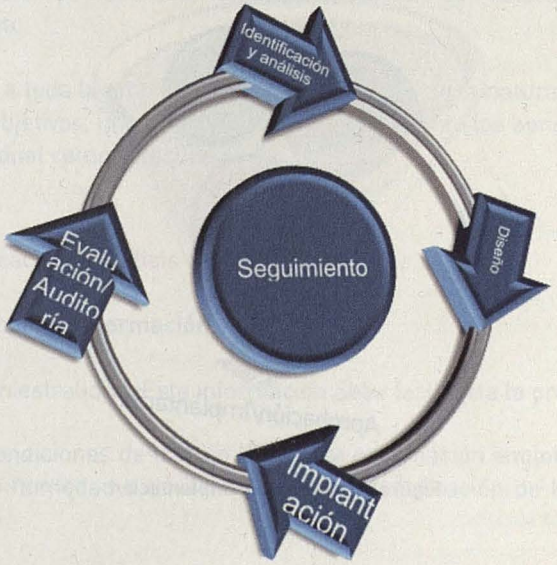


Figura 3. Seguimiento

Fase V: Medida de la satisfacción del cliente

Una vez lograda la certificación del programa (si la hubiera), se debería analizar la satisfacción de los trabajadores y de la gerencia de la empresa cliente a través de encuestas con las opiniones sobre los servicios ofrecidos y la adecuación de sus expectativas y de la realidad del programa. Se podrían emplear algunas de las múltiples formas existentes aceptadas para medir la satisfacción del cliente, que validarían la certificación de este programa.

Sería conveniente, por otro lado, establecer un sistema de diálogo frecuente con los propios trabajadores acerca del programa para poder modificarlo o mejorarlo de manera continua.

3.4. PUNTOS CLAVE DEL ENFOQUE DE LOS MODELOS OMS-ENWHP

Francisco Javier Doñas Beleña
Enfermero del Trabajo, máster en Higiene Industrial, Seguridad y Ergonomía. Dirección Adjunta Medicina del Trabajo, PREMAP Seguridad y Salud

Resumen

A continuación se indican los puntos clave en el enfoque del modelo de la Organización Mundial de la Salud para la gestión de la empresa saludable.

1. Introducción

La ENWHP, creada en 1996, ha sido una entidad puntera en la promoción de la salud en el trabajo en Europa. Esta red informal tiene como fin recopilar y difundir métodos de salud y ejemplos exitosos de prácticas saludables empresariales. En la actualidad está copresidida por Karl Kuhn (fundador) y María Dolores Solé (INSHT).

En la Declaración de Luxemburgo los miembros de la ENWHP consensuaron la definición de PST (Promoción de la Salud en el Trabajo) como "aunar los esfuerzos de los empresarios, los trabajadores y la sociedad para mejorar la salud y el bienestar de las personas en el lugar de trabajo".

Siguiendo la misma declaración, los puntos principales en los que se debe incidir son:

- Mejorar la organización y las condiciones de trabajo.
- Promover la participación activa.
- Fomentar el desarrollo individual.

La PST es una estrategia empresarial moderna que aspira a la prevención de riesgos profesionales (incluyendo enfermedades relacionadas con el trabajo, accidentes, lesiones, enfermedades profesionales y estrés) y al aumento de la capacidad individual de la población trabajadora para mantener su salud y calidad de vida: "Trabajadores sanos en empresas saludables."

Existen tres líneas clave de actuación para conseguir entornos seguros y saludables y que apoyen a los trabajadores en el cuidado de la salud. Estas líneas son:

- La prevención de riesgos laborales.
- La cultura de la organización.
- Acciones voluntarias.

El concepto de PST, de este modo, tiene una visión integral y social, y una participación explícita del empresario y del trabajador, lo que fomenta el desarrollo personal.

Según el modelo planteado por la OMS en la Carta de Ottawa, las estrategias principales a considerar en los programas de PST son:

- Sensibilización, información: informar de que existe determinado riesgo.
- Formación, habilidades: formar sobre cómo hacer frente a determinado riesgo.
- Creación de entornos promotores de salud: creación de unas condiciones de trabajo que permitan hacer frente a un determinado riesgo con facilidad.
- Desarrollo de una política empresarial: puesta en marcha de políticas que reduzcan determinado riesgo o que faciliten el control por parte de los trabajadores.

Esta misma declaración contiene la síntesis de los enfoques orientados a la promoción de la salud; en ella se declara:

La promoción de la salud consiste en proporcionar a los pueblos los medios necesarios para mejorar su salud y ejercer un mayor control sobre la misma. Para alcanzar un estado adecuado de bienestar físico, mental y social, un individuo o grupo debe ser capaz de identificar y realizar sus aspiraciones, de satisfacer sus necesidades de cambiar o adaptarse al medio ambiente. La salud se percibe, pues, no como el objetivo, sino como la fuente de riqueza de la vida cotidiana. Se trata, por tanto, de un concepto positivo que acentúa los recursos sociales y personales, así como las aptitudes físicas.

También se sostienen cuatro principios fundamentales cuando se trata de realizar acciones orientadas a la promoción de la salud:

1. La acción multidisciplinar

   "[...] la promoción de la salud exige la acción coordinada de todos los implicados: los gobiernos, los sectores sanitarios y otros sectores sociales y económicos, las organizaciones benéficas, las autoridades locales, la industria y los medios de comunicación."

2. La participación activa de la población

   "[...] se incrementen las opciones disponibles para que la población ejerza un mayor control sobre su propia salud y sobre el medio ambiente y para que opte por todo lo que propicie la salud."

   La participación, entonces, debería entenderse como un proceso que comienza con la realización de actividades promovidas por otros, pero que progresivamente lleva a tomar parte en la capacitación, la difusión, la evaluación, el planeamiento y la toma de decisiones.

3. La acción comunitaria:

   "La fuerza motriz de este proceso proviene del poder real de las comunidades, de la posesión y del control que tengan sobre sus propios empeños y destinos."

4. La coordinación de políticas "saludables":

Este tipo de estrategias saludables provoca la elección de opciones saludables. Políticas tales como la educación y empleo.

En definitiva, ambos enfoques focalizan la actuación de la PST, tanto en el desarrollo normativo, que debiera favorecer la protección de la salud en el entorno de trabajo, así como en el fomento de entornos saludables y no sólo la ausencia de riesgo, y por otra parte en la acción voluntaria del propio trabajador, haciéndolo partícipe y consciente de sus propias conductas.

2. Definición, concepto y aplicabilidad

El ámbito donde pueden desarrollarse y materializarse los objetivos de una empresa saludable/promotora de salud puede ser muy amplio y personalizado en función de la compañía y del desarrollo en ella de dicha política. Sin embargo, podemos realizar una agrupación de posibles ámbitos de actuación. Según la red europea de promoción de la salud en el trabajo ENWHP, los ámbitos de actuación de una empresa promotora de salud son tres: la prevención de riesgos laborales, la cultura de la organización y las acciones encaminadas a apoyar elecciones saludables (como fomentar el abandono del tabaco).

Actualmente, por ejemplo, está en marcha el programa "Gana en salud, 12 temas, 12 meses", con el que se establecen actuaciones sobre diferentes aspectos como adicciones, VIH, gestión del tiempo, higiene postural, etc.

Según la OMS y su definición de entorno saludable, la actuación debe llevarse a cabo en cuatro grandes ámbitos:

- El ambiente físico de trabajo. Se refiere al entorno material de un puesto de trabajo, como el aire acondicionado, los materiales empleados o el mobiliario, entre otros.
- El ambiente psicosocial del trabajo, que incluye la organización del trabajo y la cultura empresarial de la compañía. Estos elementos se traducen en valores y actitudes por parte de la empresa y trabajadores expresados diariamente.
- Los recursos personales de salud. Hace referencia a los recursos y flexibilidad que da una empresa en el lugar de trabajo a sus trabajadores con el objeto de apoyar o incentivar las prácticas saludables de sus empleados.
- Participación de la empresa en la comunidad. Conocimientos y actividades que aporta la compañía a la comunidad.

Otra posible clasificación de ámbitos de actuación podría ser mucho más genérica y basada en una cartera de servicios de la que podría disponer la empresa:



Figura 1. Educación sanitaria



Figura 2. Prevención de enfermedades



Figura 3. Prevención de accidentes

3. Bibliografía

Ambientes de trabajo saludables: un modelo para la acción. Disponible en: http://www.who.int/occupational_health/healthy_workplaces_spanish.pdf (2014).

Empresas saludables. Disponible en: http://www.institutoeuropeo.es/empresas-saludables-healthy-workplace (2014).

Entornos laborales saludables: fundamentos y modelo de la OMS. Contextualización, prácticas y literatura de apoyo. Disponible en: http://www.who.int/occupational_health/evelyn_hwp_spanish.pdf (2014).

Modelo de empresa saludable. Aenor Ediciones, 2014.

Portal de promoción la salud en el trabajo. Disponible en: http://www.insht.es/portal/site/PromocionSalud/menuitem.084224e92eb1cbede435b197280311a0/?vgnextoid=5a2f43c305234310VgnVCM1000008130110aRCRD&vgnextchannel=2fd15a20753c4310VgnVCM1000008130110aRCRD (2014).

Promoción de la Salud. Glosario de términos. Disponible en: https://www.msssi.gob.es/profesionales/saludPublica/prevPromocion/docs/glosario.pdf (2014).

Protección y Promoción de la Salud. *Enciclopedia de seguridad y salud en el trabajo*. Disponible en: http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/TextosOnline/EnciclopediaOIT/tomo1/15.pdf (2014).

Red Europea para la Promoción de la Salud en el Trabajo. Disponible en: http://www.enwhp.org/ (2014).

4

SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO

4.1. PRINCIPIOS, OBJETIVOS Y POLÍTICAS

José Manuel Álvarez Zárate
Ingeniero. Instituto de Ergonomía

Resumen

La Seguridad y Salud en el Trabajo (SST) es la ciencia de la anticipación, reconocimiento, evaluación y control de los riesgos que pueden afectar a la salud y el bienestar de los trabajadores, teniendo en cuenta el posible impacto en las comunidades de los alrededores y el medio ambiente general. La SST abarca un gran número de disciplinas y alcanza a los entornos y lugares de trabajo y a los peligros ambientales (Alli, 2008).

Los conocimientos en SST han evolucionado a lo largo del tiempo, en particular en el pasado siglo, en respuesta al avance tecnológico y a los cambios sociales, políticos y económicos. En los últimos años, el proceso de globalización supone un gran cambio en el mundo cuyas consecuencias, indudablemente, van a repercutir positiva o negativamente en la seguridad y salud en el trabajo. A los avances tecnológicos se unen cambios a nivel organizativo y nuevas y diferentes modalidades de empleo. La industrialización, los cambios demográficos y los movimientos de población también tienen una influencia sobre el medio ambiente que pueden afectar a la seguridad y salud en el mundo del trabajo.

1. Principios y objetivos

Sobre la base del artículo 153 del Tratado de Funcionamiento de la Unión Europea (antiguo artículo 137, TCE), se han adoptado diversas medidas comunitarias en el ámbito de la salud y la seguridad. La Directiva Marco, con su amplio ámbito de aplicación, así como otras directivas que rigen aspectos específicos sobre la salud y la seguridad en el trabajo, constituyen las normas básicas del Derecho comunitario en materia de salud y seguridad.

Estas directivas establecen unos requisitos mínimos y principios fundamentales, como el principio de prevención y evaluación de riesgos, así como las responsabilidades de los empresarios y de los trabajadores. Asimismo, se han emitido directrices comunitarias destinadas a facilitar la aplicación de las directivas comunitarias y de las normas europeas, adoptadas por las organizaciones europeas de normalización.

La Ley 31/1995 de Prevención de Riesgos Laborales, en su artículo 15, establece como principios generales de la acción preventiva los siguientes:

- Evitar los riesgos.
- Evaluar los riesgos que no se puedan evitar.
- Combatir los riesgos en su origen.
- Adaptar el trabajo a la persona, sobre todo en lo que respecta a la concepción de los puestos de trabajo, así como a la elección de los equipos y los métodos de trabajo y de producción, con miras a atenuar el trabajo monótono y repetitivo y a reducir los efectos del mismo en la salud.
- Tener en cuenta la evolución de la técnica.
- Sustituir lo peligroso por lo que entrañe poco o ningún peligro.
- Planificar la prevención buscando un conjunto coherente que integre en ella la técnica, la organización del trabajo, las condiciones laborales, las relaciones sociales y la influencia de los factores ambientales en el trabajo.
- Adoptar medidas que antepongan la protección colectiva a la individual.
- Dar las debidas instrucciones a los trabajadores.

Según el mismo artículo, el empresario deberá tomar en consideración las capacidades profesionales de los trabajadores en materia de seguridad y de salud en el momento de encomendarles las tareas y adoptar las medidas necesarias a fin de garantizar que sólo los trabajadores que hayan recibido información suficiente y adecuada puedan acceder a las zonas de riesgo grave y específico. Lo que significa asegurarse de que la formación y las competencias de los trabajadores asignados a determinadas tareas sean las adecuadas.

La efectividad de las medidas preventivas dependerá de las distracciones o imprudencias no temerarias que pudiera cometer el trabajador. Para su adopción, se tendrán en cuenta los riesgos adicionales que pudieran implicar determinadas medidas preventivas, que sólo podrán adoptarse cuando la magnitud de dichos riesgos sea sustancialmente inferior a la de los que se pretende controlar y no existan alternativas más seguras.

Dentro del marco europeo, se entiende por "fomento de la salud en el trabajo" al conjunto de acciones y esfuerzos de los agentes sociales (empresarios, trabajadores y la sociedad civil) que tiene por finalidad la mejora de la salud y el bienestar de las personas en el ámbito laboral. Esto se logra mejorando la organización y el entorno laborales, fomentando la participación de los trabajadores, ofreciendo opciones saludables y animando al desarrollo personal de cada individuo[1].

Por regla general, el fomento de la salud en el trabajo aborda distintos temas y, en la práctica, se asocia estrechamente a la evaluación de riesgos. Algunos de los aspectos del fomento de la salud en el trabajo son:

- La participación de los trabajadores en la mejora continua y en la organización del trabajo.
- La información, consulta y participación de los empleados (directamente o a través de sus representantes) en todas las actividades relacionadas con las condiciones de trabajo.
- Todas las acciones están encaminadas a aumentar la seguridad, salud y el bienestar en el trabajo (por ejemplo, compatibilizando la vida laboral, personal y familiar).
- La preocupación por los hábitos saludables de vida.
- La preocupación por la salud psicosocial de las personas.
- La vigilancia del estado de la salud, ofreciendo revisiones médicas periódicas en función de las características de las personas y de los riesgos inherentes a su puesto de trabajo.

[1] Extracto de https://osha.europa.eu/es/topics/whp.

2. Políticas

La Directiva Marco sobre Salud y Seguridad en el Trabajo (Directiva 89/391, CEE), adoptada en 1989, constituyó un hito fundamental para la mejora en este ámbito. La Directiva garantiza unos requisitos mínimos en materia de salud y seguridad en toda Europa y, al mismo tiempo, permite a los Estados miembros mantener esos mínimos o establecer medidas más restrictivas.

En 1989, algunas disposiciones de la Directiva Marco aportaron considerables innovaciones, que incluían, entre otros, los siguientes aspectos:

- El término "entorno de trabajo" se estableció de conformidad con lo dispuesto en el Convenio nº 155 de la Organización Internacional del Trabajo (OIT), y define un enfoque moderno que tiene en cuenta la seguridad técnica y la prevención general de enfermedades.

- La Directiva tiene por objetivo establecer un mismo nivel de seguridad y salud a favor de todos los trabajadores (con algunas excepciones, como es el caso del trabajo doméstico y de determinados servicios públicos, fuerzas de seguridad y militares).

- La Directiva obliga a los empresarios a adoptar las medidas preventivas adecuadas para garantizar una mayor seguridad y salud en el trabajo.

- La Directiva introduce como elemento fundamental el principio de evaluación de riesgos y define sus principales elementos (por ejemplo, la identificación del riesgo, la participación de los trabajadores, la adopción de medidas adecuadas que otorguen carácter prioritario a la eliminación del riesgo en su origen, la documentación y la reevaluación periódicas de los peligros en el lugar de trabajo).

- La nueva obligación de adoptar medidas pone implícitamente de manifiesto la importancia de las nuevas formas de gestión de la salud y la seguridad en el trabajo en el marco de los procesos generales de gestión.

En el ordenamiento jurídico español, el artículo 5 de la Ley 31/1995 de Prevención de Riesgos Laborales indica los objetivos de la política en materia de prevención. En primer lugar, dice que tendrá por objetivo la promoción de la mejora de las condiciones de trabajo dirigida a elevar el nivel de protección de la seguridad y la salud de los trabajadores en el trabajo. Por tanto, introduce un importante concepto de cualquier sistema de gestión y que debería ser el objetivo de cualquier política de prevención: "la mejora continua". En este caso, hablamos de la mejora continua de las condiciones de trabajo y de la salud de los trabajadores.

La ley indica que la política española en materia de prevención de riesgos laborales se deberá llevar a cabo por medio de las normas reglamentarias y de las actuaciones administrativas que correspondan; lo que ha dado lugar a la trasposición de diversas directivas europeas y a la elaboración por parte de diferentes Administraciones de un amplio abanico de recomendaciones y normativas estatales, autonómicas y locales.

En la ley se introduce también el principio de participación de los agentes sociales, al indicar que la elaboración de la política preventiva se llevará a cabo con la colaboración de los empresarios y de los trabajadores a través de sus organizaciones empresariales y sindicales más representativas. Con este fin, la ley solicita a las Administraciones públicas que promuevan la mejora de la educación en materia preventiva en los diferentes niveles de enseñanza y, de manera especial, en la oferta formativa correspondiente al sistema nacional de cualificaciones profesionales, así como la adecuación de la formación de los recursos humanos necesarios para la prevención de los riesgos laborales.

En el ámbito de la Administración General del Estado, se estableció a través de la Ley 31/1995 una colaboración permanente entre el Ministerio de Trabajo y Seguridad Social y los ministerios correspondientes, en particular los de Educación y Ciencia y Sanidad y Consumo.

La Ley Orgánica 3/2007 introdujo alguna modificación en la política que incluye temas relacionados con la igualdad, como es el caso del artículo 4, donde se promueve que las Administraciones públicas impulsen la efectividad del principio de igualdad entre mujeres y hombres, considerando las variables relacionadas con el sexo tanto en los sistemas de recogida y tratamiento de datos, como en el estudio e investigación generales en materia de prevención de riesgos laborales, con el objetivo de detectar y prevenir posibles situaciones en las que los daños derivados del trabajo puedan aparecer vinculados con el sexo de los trabajadores.

La Ley 25/1009 añadió el artículo 5 de la Ley 31/1995 para introducir el concepto de que la política en materia de prevención de riesgos laborales deberá impulsar, además, la integración eficaz de la prevención de riesgos laborales en el sistema de gestión de la empresa. Otro concepto importante a la hora de plantear cómo implantar un sistema de prevención en la empresa e integrarlo con los demás sistemas de gestión ya establecidos.

Hasta aquí se ha resumido la política en materia de prevención dentro del marco legal comunitario y español. Ahora nos centraremos en la política en materia de seguridad y salud a nivel de empresa. En este caso, que la alta dirección de la empresa establezca unos principios para la mejora de las condiciones de trabajo, elevando el nivel de prevención y de seguridad en todos sus aspectos y promoviendo la mejora constante de las condiciones de salud para todos y cada uno de los trabajadores. Esta política empresarial será la que deban asumir todos los niveles jerárquicos de la organización. De acuerdo con lo indicado en el apartado 4.1. del estándar OHSAS 18001:2007, la política debería:

1. Ser apropiada a los riesgos laborales que la organización debe gestionar.

2. Acorde a otras políticas de la organización (como por ejemplo, la de calidad, medio ambiente, etc.).

3. Comprometerse con el cumplimiento, al menos, de los requisitos legales establecidos; aspecto que debería superarse ya que, en general, las legislaciones son de mínimos y lo que se busca con el establecimiento de una certificación es la excelencia.

4. Concretar la forma de cumplir con los requisitos de seguridad y salud.

5. Proporcionar el marco de referencia para establecer y revisar los objetivos.

6. Ser comunicada a las partes interesadas y a todas las personas que trabajan en la organización.

7. Ser sometida a una revisión periódica por parte de la dirección para garantizar que continúa siendo apropiada y coherente y que cumple con los objetivos previstos.

En el borrador de la futura norma ISO 45001[2], que está previsto que se publique en 2016, se establecen básicamente los mismos requisitos que en el estándar OHSAS 18001. La ISO 45001 dice que la alta dirección debe establecer una política de seguridad y salud en el trabajo:

[2] *ISO/CD 45001 - Occupational health and safety management systems - Requirements with guidance for use (Systèmes de management de la santé et de la sécurité au travail - Exigences et lignes directrices pour son utilisation).*

- Adecuada al propósito de la organización y a la naturaleza de los riesgos de STT de la organización y oportunidades.

- Proporcione un marco para establecer y alcanzar objetivos de seguridad y salud de la organización.

- Incluya el compromiso de cumplir con los requisitos legales aplicables y otros que la organización suscriba.

- Incluya un compromiso con el control de los riesgos priorizando las acciones preventivas.

- Incluya un compromiso de mejora continua del sistema de gestión de la SST para mejorar así el rendimiento de la organización.

- Incluya un compromiso de participación de los trabajadores y la consulta (en su caso, de los representantes de los trabajadores).

Asimismo, establece que la política en materia de SST deberá:

- Estar disponible como información documentada.

- Ser comunicada dentro de la organización a las personas que están bajo el control de la organización.

- Estar a disposición de las partes interesadas.

- Ser revisada periódicamente para garantizar que continúa siendo pertinente y apropiada.

Hoy en día, en muchas organizaciones se han establecido los conceptos de "misión, visión y valores corporativos" como pilares de la organización y faro o guía de todas sus actuaciones. Por ello, es interesante que las empresas introduzcan sus políticas en materia de seguridad y salud en el trabajo dentro de estos conceptos. De esta manera, cualquier persona dentro de la organización podrá valorar su importancia y desarrollarlos con la conciencia necesaria.

En el término "misión" se hace referencia a la razón de ser de una organización, su esencia misma, el motivo de su existencia en el mercado.

En el concepto "visión" se define la situación futura que se desea alcanzar en la organización; tiene que ser una situación realmente plausible y definir, implantar y establecer las políticas necesarias para llegar a ella. Hay algunas marcas líderes de sus sectores que redactan la visión como un compromiso dividido en los diferentes factores a los que ellos más valor otorgan; como por ejemplo, hacer referencia a personas, productos, socios, planeta, beneficio y productividad, etc.

En cuanto a valores corporativos, son aquellos juicios éticos hacia los que se inclina la organización, ya sea por su utilidad empresarial o social. Los valores de la empresa constituyen los pilares sobre los que se asienta la organización. Con ellos se define a sí misma, porque los valores de una organización son los valores que deberán respetar sus miembros, y especialmente sus dirigentes.

Cuando se definen los valores, en ocasiones se entremezclan los valores con las ventajas competitivas, cuando se trata de cosas diferentes. Los valores corporativos son el reflejo de la idiosincrasia de la organización y de los principios éticos y/o morales de sus dirigentes.

Si es el caso, y si la empresa cuenta con ello, la importancia de la política en materia de seguridad y salud en el trabajo o en materia de empresa saludable, también debería reflejarse en otros documentos de la organización como pueden ser:

- El código de buenas prácticas.
- El código de ética y de conducta.
- Los manuales de gestión.
- El código de buen gobierno.
- Etc.

En resumen, resulta muy beneficioso para toda organización tomarse su tiempo para definir bien su política y establecer los mecanismos necesarios para llevarla a la práctica.

3. Bibliografía

healthy-eating-positive-experience/.

http://www.eufic.org/article/en/health-and-lifestyle/healthy-eating/artid/.

http://www.eufic.org/index/en/.

4.2. DAÑOS A LA SALUD. ABSENTISMO Y PRESENTISMO

Luis Caballero Montanary
Médico del Trabajo de la Sociedad
de Prevención FREMAP

Resumen

Actualmente, el absentismo laboral entraña un grave problema en las empresas públicas y privadas e, incluso, para la Administración sanitaria de un país, por la gran transcendencia social que conlleva; además, genera una disminución de la productividad laboral, un empeoramiento en la calidad del servicio prestado y, lo que es más llamativo y valorable, importantes incrementos de los costes laborales. Desde siempre ha estado relacionado con actitudes fraudulentas por parte de los trabajadores y la forma de abordaje para su control ha estado vinculada, casi exclusivamente, con la adopción de medidas coercitivas impulsadas desde los departamentos de recursos humanos y dirección de las empresas, con la consiguiente conflictividad laboral y deterioro del clima social dentro de la organización de las mismas.

Pretendemos dar un enfoque diferente al análisis del absentismo laboral y las medidas que se deban acometer para su gestión global y posterior control, entendiéndolo como un problema de salud laboral. La manera de abordarlo debe ser mediante una actuación dentro de la promoción de la salud en las empresas y no sólo una corrección de supuestas actitudes fraudulentas.

Analizaremos el concepto de presentismo laboral, definiéndolo y buscando las causas que están provocando su aparición y aumento en los últimos años. Para finalizar, estableceremos unas pautas generales de actuación con las que tomar medidas correctivas.

1. Introducción

Toda empresa tiene como finalidad principal generar productos y/o servicios para la obtención de beneficios que pueden ser económicos o sociales. Todo aquello que merme o disminuya la obtención de los mismos (factores desestabilizantes) desencadena una gran preocupación en la gestión de la empresa. Si, además, el balance final es de pérdidas, saltan todas las alarmas.

Hay factores desestabilizantes que se pueden cuantificar y determinar. Con estos se sabe cómo actuar para solventarlos: con medidas empresariales, aunque no sea siempre factible (por ejemplo, el aumento de los costes de las materias primas, de los de mantenimiento, de distribución, etc.). Pero hay otros que, aunque se puedan cuantificar, las causas que lo ocasionan no son tan fácilmente determinables, por lo que se desconoce por dónde y cómo actuar para solventarlos. Aquí nos encontramos con el absentismo laboral.

Con el absentismo laboral la empresa tiene un problema importante, que lo sabe cuantificar y, por tanto, es posible compararlo al de otras empresas, pero no sabe cómo actuar, ya que desconoce, inicialmente, la/s causa/s que lo ocasionan. No existe un patrón empresarial estándar establecido que lo gestione, controle y lo disminuya. Por ello comienza una búsqueda de soluciones internas (tras analizar el problema) o externas (contratación de empresas especializadas en este tema).

El absentismo laboral no es un problema solo y exclusivamente médico. Representa la actitud individual y colectiva que los trabajadores adoptan ante el trabajo que realizan. La mejora de esta actitud conllevará la reducción significativa del mismo.

Se trata de un problema laboral que se debe gestionar desde la perspectiva de la prevención de los riesgos laborales (PRL) como causa de un riesgo laboral latente que es desencadenado por problemas que pueden estar (y de hecho lo están) relacionados con la disconformidad laboral, incidiendo en la organización laboral de una empresa.

El absentismo laboral está, en la actualidad, asociado a un concepto negativo, peyorativo y su análisis es, en muchas ocasiones, rechazado por los trabajadores y sus representantes sindicales e incluso por muchos médicos y enfermeros del trabajo. Su abordaje está claramente vinculado a la idea de fiscalización de los trabajadores.

En realidad, sólo se trata de un indicador efectivo del ausentismo laboral, de las pérdidas de jornadas, pero sin asumir, en su concepto, ninguna causa que lo origine. Es más, el análisis de sus causas nos puede dar una visión de una serie de riesgos laborales que están generando patologías en los trabajadores.

Así, la primera causa de absentismo laboral está relacionada con los trastornos músculoesqueléticos (sobre todo problemas de espalda). Estos suponen en torno al 85% de las enfermedades profesionales que se originan en nuestro país y pueden implicar problemas de tipo ergonómicos en los puestos de trabajo. La segunda causa está relacionada con los trastornos psíquicos y/o psiquiátricos en donde la actividad laboral desempeña un papel preponderante (conciliación de la vida familiar y laboral, turnicidad, relación con los compañeros, mandos, etc.).

Ante este panorama intentaremos aclarar conceptos y fijaremos líneas generales de actuación para conseguir atajar este fenómeno sociolaboral que se da en las empresas y del que tanto se habla en estos últimos años.

2. Definición. Clasificación

El primer problema con el absentismo surge a la hora de intentar definirlo. No existe una definición acordada ni una fórmula estándar para calcularlo. Existen muchas, pero quizás la que lo describe de forma más simple y clara es: "Aquella parte del tiempo contratado en que el trabajador está ausente (con motivo justificado o sin él)". Genéricamente se entiende por absentismo la no presencia del trabajador en el puesto de trabajo debido a alguna de las siguientes causas: enfermedad, maternidad, accidentes, retrasos, faltas, permisos, conflictos laborales, horas sindicales. Las vacaciones o los días festivos no son absentismo. También hay que diferenciarlo del "abstencionismo" o "presentismo", en donde la presencia física del trabajador se da pero omite su participación en el desempeño laboral.

Podemos clasificar el absentismo en:

1. Absentismo legal o involuntario. Se caracteriza porque supone un coste para la empresa y el trabajador sigue percibiendo su remuneración (absentismo retribuido). Lo componen: la enfermedad común, el accidente laboral, las licencias legales y otros (inclemencias del tiempo, catástrofes, etc.).

2. Absentismo personal o voluntario. También supone un coste para la empresa pero el trabajador no sigue percibiendo su remuneración (absentismo no

retribuido). En este grupo están incluidos: los permisos particulares, las ausencias no autorizadas y los conflictos laborales.

En general, la causa más frecuente de absentismo laboral la constituye la enfermedad común, muy por delante de los demás motivos de ausencia del puesto de trabajo.

3. Indicadores para su gestión

Como hemos referido anteriormente, no existe una única fórmula aceptada por todos para calcularlo; de ahí las dificultades para realizar comparaciones entre unas empresas y otras. No obstante, daremos a continuación una serie de índices que creemos suficientes para poder gestionar cualquier tipo de absentismo laboral en una empresa y aquellos que nos van a aportar una información útil a la hora de buscar soluciones.

$$\text{Índice absentismo} = \frac{\text{Índice absentismo} \cdot 100}{\text{Horas teóricas a trabajar}}$$

$$\text{Índice absentismo legal (IAL)} = \frac{\text{Horas de trabajo retribuidas (*)} \cdot 100}{\text{Horas teóricas a trabajar}}$$

(*) Horas no trabajadas retribuidas: accidente, enfermedad, licencia legal, otros.

$$\text{Índice absentismo personal (IAP)} = \frac{\text{Horas no trabajadas No retribuidas (*)} \cdot 100}{\text{Horas teóricas a trabajar}}$$

(*) Horas no trabajadas no retribuidas: permisos, ausencias no autorizadas, conflictos laborales.

$$\text{I.A.M.} = \frac{\text{nº de ausencias} \cdot 100}{\text{nº de trabajadores}}$$

IAM = Índice de absentismo momentáneo o medio (según se valoren las ausencias que se dan en un momento determinado o a lo largo de un periodo de tiempo).

$$\text{I. Frecuencia} = \frac{\text{nº de ausencias} \cdot 100}{\text{nº de trabajadores en un periodo determinado (plantilla media)}}$$

$$\text{I. Gravedad} = \frac{\text{Jornadas perdidas}}{\text{nº ausencias}}$$

$$\text{I. Incapacidad} = \frac{\text{nº Jornadas perdidas}}{\text{Plantilla media}}$$

Estos tres índices se pueden relacionar entre sí:

$$100 \times \text{I. Incapacidad} = \text{I. Frecuencia} \times \text{I. Gravedad}$$

Otros índices de interés para la gestión de absentismo por incapacidad temporal son los que utiliza el INSALUD habitualmente:

$$\text{\% de bajas} = \frac{\text{nº de trabajadores que están de baja a final de mes} \times 100}{\text{nº de trabajadores}}$$

$$\text{Índice de bajas mensual (IBM)} = \frac{\text{nº de nuevas bajas inicidadas en el mes} \times 100}{\text{nº de trabajadores}}$$

$$\text{Duración media de las bajas (DMB)} = \frac{\text{nº de días de baja (*)}}{\text{nº de altas dadas en ese mes}}$$

$$\text{Duración media de las bajas por trabajador} = \frac{\text{nº de días de baja (*)}}{\text{nº de trabajadores}}$$

(*) Número de días de baja que han estado los trabajadores que han sido alta durante ese mes o durante un periodo determinado.

4. Importancia del absentismo laboral

Ya hemos definido y clasificado el absentismo laboral pero intentemos, brevemente, desglosar los motivos por los que el absentismo laboral es muy importante para el sector empresarial de una población, así como para la Administración sanitaria:

- Origina problemas organizativos.
- Es origen de pérdida de eficacia y calidad.

- Para el responsable operativo supone un problema inmediato.
- Para el responsable supone la existencia de problemas de seguridad o salud o de incumplimiento de la normativa laboral.
- Para la dirección es una variable que incide en los costes laborales.
- Para los demás empleados, un incremento de la carga de trabajo o disponer de un colaborador menos fiable.
- Para el empleado absentista puede ser una estrategia para reducir el estrés laboral, una manifestación de insatisfacción o de falta de compromiso con sus obligaciones laborales.

Hemos de tener en cuenta que, la mayoría de las veces, el absentismo es un indicador de "salud de la organización" y en muchas ocasiones expresa un sentimiento de huida de la empresa. Y ¿por dónde se huye? Pues por la vía más fácil, menos conflictiva y que menos repercusión tiene para el bolsillo de cada uno: la vía sanitaria, la de la baja médica. Es fácil de conseguir de cualquier médico ya que éste, en pocos minutos de consulta, debe constatar una enfermedad y la posible incapacidad temporal para el desempeño del trabajo que viene realizando el trabajador, desconociendo casi siempre las características específicas de dicho puesto de trabajo y otras circunstancias sociolaborales.

5. Abordaje del absentismo laboral en las empresas

Llegamos al punto fundamental del absentismo laboral y donde nos surgen todas las dudas: cómo acometemos ese problema y, lo que es más importante, cómo lo solucionamos.

Intentemos, de una forma clara y concisa, enumerar las líneas fundamentales que, a nuestro parecer, se deben dar siempre para la buena gestión de este problema laboral.

En primer lugar, debemos tener claro que existen cuatro tipos de factores a la hora de explicar el absentismo: el entorno institucional, el empleado o trabajador, la empresa y las características del trabajo realizado.

Una vez abordado, seguiremos una serie de directrices:

1. **Análisis.** Es imprescindible un análisis previo antes de abordar el problema del absentismo. Debe ser exhaustivo. Se deberán analizar las pirámides de edad, características de los puestos de trabajo, convenio colectivo, estructura organizativa de la empresa, etc.

2. **Investigación.** La causa del absentismo laboral es, siempre, multifactorial. Pueden aparecer unas con mayor peso específico que otras, pero nunca obedece a una sola causa. Así pues, no nos debemos conformar con encontrar la más importante. En la gestión global del absentismo, el olvido de las causas menos importantes puede ser motivo del fracaso del resultado final.

3. **Multidisciplinar.** El control-gestión del absentismo laboral hay que abordarlo, en todas las ocasiones, de forma conjunta entre el departamento de recursos humanos de las empresas, el servicio de prevención (propio o ajeno), mutuas, dirección, mandos y representantes de los trabajadores (comité de empresa y comité de seguridad y salud). Todos, de una u otra forma, deben implicarse en la búsqueda de soluciones. Hay que establecer un modelo de gestión común a todas estas áreas. Las pautas de actuación deben ser complementarias y estar suficientemente coordinadas. Es un gran error creer que, actuando sobre una causa concreta, solventaremos el absentismo. Lo podremos reducir a corto-medio plazo, pero al cabo de un tiempo tendrá un "efecto rebote" volviendo a situaciones iniciales.

4. **Motivación.** Es muy importante reforzar la cultura corporativa y generar motivación para que el empleado se sienta identificado con la empresa. Para ello se requiere la creación de un buen canal de información y comunicación en todos los niveles de la empresa.

5. **Seguimiento.** Debe establecerse un seguimiento en el que, de forma periódica, sean analizadas las pautas adoptadas y si han aparecido otras que puedan incidir en la evolución del absentismo.

6. **Simplicidad.** Las soluciones deben ser simples en su desarrollo y encaminadas directamente a solucionar los aspectos detectados en el análisis inicial. Las soluciones más eficaces no son las más costosas a corto-medio plazo.

7. **Diferenciación.** Es fundamental que las empresas sepan diferenciar el absentismo laboral justificado del que no lo es. Que vean el fenómeno de absentismo como algo más amplio de la actitud fraudulenta o no fraudulenta.

8. **Actuación.** El enfoque de actuación debe ser global. Una vez analizado el problema y las causas que lo provocan, se deben involucrar a todas las parte implicadas y asignar tareas y responsabilidades claras dentro de la planificación establecida destinada a controlarlo.

Hay que pretender mejorar la gestión global del absentismo con criterios empresariales, con un doble fin: el conocimiento de los focos de mayor absentismo y análisis de sus causas y la reducción del absentismo de forma progresiva y mantenida.

Siempre es mejor el análisis y la gestión preventiva "a priori" (mejora del absentismo a medio y largo plazo y no empeora el clima sociolaboral en la empresa) que el control del absentismo "a posteriori" –medidas coercitivas– (sólo mejora el absentismo a corto y medio plazo y enrarece el clima sociolaboral en la empresa).

No es lo mismo el control del absentismo que la gestión del absentismo. En el control del absentismo, la dirección y el departamento de RR. HH. de una empresa adoptan medidas exclusivamente empresariales y en la gestión, se crea un equipo multidisciplinar dentro de la empresa para la "mejora de la salud global" de la misma. Por ello entendemos que la gestión del absentismo de una empresa puede y debe abordarse, sin tapujos, dentro de la perspectiva de la promoción de la salud. Una empresa saludable no tiene el absentismo alto.

Entendemos que el absentismo laboral se debe administrar, desde la prevención de riesgos laborales, como causa de un riesgo laboral latente que es desencadenado por agentes estresores, que están relacionados con la disconformidad laboral e inciden muy directamente sobre la organización laboral de una empresa.

Las soluciones o medidas a adoptar pueden ser muy diferentes y con un grado de efectividad variable según el nivel de análisis previo efectuado en el abordaje del problema.

Ejemplos de medidas a adoptar:

- Aplicación de medidas tras estudios ergonómicos específicos.
- Evaluaciones de riesgos más definidas incluyendo las del área psicosocial.
- Fisioterapia en la empresa.
- Charlas formativas.

- Programas de promoción de la salud.
- Conciliación de la vida familiar y laboral.
- Potenciación de medidas preventivas (educación sanitaria, campañas preventivas, vacunación antigripal, reconocimientos médicos iniciales, periódicos y específicos.
- Realización de pruebas complementarias específicas que permitan adelantar los diagnósticos y, por tanto, los tratamientos a iniciar.
- Detección precoz de patologías, de carácter permanente, incapacitantes y/o invalidantes.
- Orientación a la mejor adaptación de los trabajadores a los puestos de trabajo.

Por último, indicaremos las ventajas de una correcta y adecuada gestión del absentismo:

- Mejora de los costes laborales y, por tanto, de la producción.
- Mejora del clima laboral y, por ende, de los riesgos psicosociales.
- Reducción de los índices de accidentalidad (se detectan "focos de riesgo").
- Mejora de la salud de los trabajadores al tener una visión de esta más integrada dentro de la empresa. Es lo que denominamos "integración del valor salud" (promoción de la salud en la empresa).
- La empresa adquiere un valor añadido que cada vez se valora más como empresa saludable, más allá del cumplimiento de las disposiciones legales.

6. Presentismo laboral

La reducción del absentismo laboral, sobre todo durante un periodo de crisis económica como el actual, ha supuesto un aumento (se habla de un 40% en los últimos años) de lo que llamamos "presentismo laboral, absentismo presencial o síndrome de la silla caliente", que no es más que la situación que se produce cuando un trabajador, estando en su trabajo habitual, sufre una merma considerable de su

rendimiento, o lo que es lo mismo, disminuye su productividad. También abarca a aquellos casos en los que el empleado alarga su jornada laboral pero sin por ello aumentar la producción, con el fin de que se note su presencia en la organización.

Estas actitudes repercuten negativamente en el ámbito personal del individuo y en el entorno laboral, suponiendo una merma considerable en la productividad, eficacia y eficiencia de una empresa.

El presentismo se puede manifestar de cuatro formas:

a) Alargamiento de la jornada laboral simulando trabajar más.

b) Aumento del tiempo en solventar y resolver los problemas o incremento de la dificultad de su trabajo de forma innecesaria.

c) Queja continua del volumen de trabajo que se tiene cuando, en realidad, su productividad es más bien baja.

d) Acudir al trabajo estando enfermo o en malas condiciones de salud. No acuden a su médico de atención primaria para evitar la baja laboral por temor al despido o a la posible sustitución de su puesto por otra persona. Esto se da sobre todo en los contratos eventuales, tan frecuentes en la actualidad, pero también están apareciendo en personal fijo con contratos indefinidos.

El presentismo supone una disfunción evidente entre "la motivación" y "la productividad". Y esto conlleva a una insatisfacción laboral mantenida. Obviamente la motivación es particular y específica para cada persona, ya que depende de los deseos que le impulsan para desarrollar su trabajo. Pero hay parámetros bastante comunes entre las personas que integran un grupo de trabajo. La productividad la entendemos aquí como la habilidad de fijar para uno objetivos laborales por encima de lo normal.

El absentismo laboral y el presentismo no son más que dos caras de la misma moneda y ambos tienen una cosa en común: la desmotivación de los trabajadores.

Este fenómeno no se suele dar tanto en las cadenas de montaje y plantas automatizadas donde tiene que darse una producción final determinada, y si esta no se consigue, se buscan las causas. Se suele dar en profesionales con cierta capacidad de autonomía en la gestión de su trabajo y en la toma de decisiones, por lo que generalmente se trata de mandos intermedios y jefes. También se

produce básicamente en dos tipos de colectivos: aquellos con dificultades para hacer valer sus derechos laborales y los que padecen inseguridad en el trabajo.

Y ante toda esta encrucijada, ¿qué hacer? Lo primero de todo es reconocer que estamos ante una problemática nueva, actual, a la que debemos enfrentarnos. También debemos cuantificar cuánto supone de impacto sobre la productividad y accidentalidad. Finalmente, tendremos que desarrollar programas dirigidos sobre todo a la prevención de sus causas. Utilizando un símil médico: no debemos dar una aspirina para el dolor, hemos de buscar el/los motivos/s que originan ese dolor para actuar sobre ellos. Es mucho más efectivo y duradero en el tiempo.

También surge un problema. No existen indicadores específicos para cuantificar el presentismo tal y como ocurre con el absentismo, por lo que no tendremos ese tipo de herramientas para su análisis. Por ello es muy importante la recogida de datos, relacionados con el tema, entre los trabajadores.

Establezcamos una serie de pautas generales que creemos que son fundamentales para abordar cualquier estudio sobre el supuesto presentismo de una empresa y la adopción de medidas para evitarlo:

- **Transparencia.** Los trabajadores deben estar informados de la evolución de la empresa y de las medidas que se van adoptando para evitar situaciones que mermen su productividad.

- **Participación.** Involucrar a los trabajadores en los resultados de la empresa, integrándolos en los objetivos del proyecto. Es muy importante preguntarles y escucharles sobre los factores que son susceptibles de mejora. Todo ello ayuda a mejorar la productividad.

- **Motivación.** Es imprescindible el establecimiento de objetivos y metas específicas para los trabajadores con el fin de fomentar su motivación y mejorar su eficiencia en su trabajo diario. Lo importante no es realizar tareas, sino conseguir objetivos.

- **Educación/aprendizaje.** Hay que instruir a los trabajadores sobre las pautas de comportamiento que deben realizar para garantizar una adecuada sintonía entre salud y trabajo. Para ello deberán marcarse objetivos realistas en el trabajo, priorizar las tareas, pedir apoyo a compañeros y mandos, mantener una comunicación fluida con los superiores, realizar una alimentación correcta y hacer ejercicio de forma regular.

Como resumen podemos establecer que tanto el absentismo como el presentismo laboral suponen dos causas muy importantes de disminución de la productividad de una empresa, que deben ser abordadas específicamente para cada organización o empresa, a raíz de un profundo análisis de su situación actual, con el fin de establecer una diagnosis de las causas que lo motivan y poder generar pautas de actuación correctas y efectivas.

7. Bibliografía

Alcover de la Hera, C. M., Moriano León, J. A., Osca Segovia, A., Topa Cantisano, G. *Psicología del trabajo.* Librería UNED, 2012.

Ariño Lecina, E. *Presentismo laboral.* 2012. Disponible en: http://buscountrabajo.es/presentismo-laboral.

Asociación de Mutuas de Accidentes de Trabajo (AMAT). *Informe "Incapacidad temporal por contingencias comunes"*, 2009.

Bengoa, J. *Consultas Price WaterhouseCoopers.* Seminario "Gestión del absentismo en la empresa".

Blasco de Luna, F. J., Blázquez Agudo, E. M., Díez-Ordás, E. *et al. I Informe Adecco sobre absentismo laboral.* Garrigues, Fremap, 2011.

Blasco de Luna, F. J., Rodríguez de Galarza, D. Aguado, G. *et al. II Informe Adecco sobre absentismo laboral.* Garrigues, Fremap, 2012.

Caballero Montanary, L. ERGA-Noticias, nº 103, p. 3. INSHT, 2008. Disponible en:

Club Cecot. *Absentismo laboral.* Terrasa. Recursos humanos, 2005.

EFE. "Del absentismo laboral al presentismo laboral". 2012. Disponible en: http://www.abc.es/salud/noticias/absentismo-laboralal-presentismo-laboral-12407.html.

"El presentismo, nuevo fenómeno laboral ante el temor a perder el empleo". 2010. Disponible en: http://www.elmundo.es/mundodinero/2010/11/04/economia/1288885926.html.

Fernández García, R. "El presentismo laboral. Una amenaza silenciosa". *Revista Gestión Práctica de Riesgos Laborales.* 2011, nº 83.

García Carro, A. "Presentismo laboral. Insatisfacción laboral contra productividad y competitividad". 2013. Disponible en: http://www.mvpasesores.com/revista/presentismo-laboral.aspx.

"Gestión y control del absentismo laboral". *Revista Gestión Práctica de Riesgos Laborales.* 2007, nº 35.

http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/TextosOnline/ErgaNoticias/Ficheros/2008/ErgaNot103.pdf.

Ministerio de Trabajo. Encuesta de Coyuntura Laboral realizada por el Ministerio de Trabajo. Encuesta trimestral de coste laboral realizada por el Instituto Nacional de Estadística, 2012.

Molinera Mateos, J. F. *Absentismo laboral.* FC Editorial, 2006.

Observatorio de Riesgos Psicosociales UGT. *Presentismo laboral. Fichas de Prevención.* 22/2012.

OECD. *Health Data,* 2011.

"Pautas para evitar el absentismo laboral". *Cinco Días,* 15 de noviembre de 2006.

Peiró, J. M., Rodríguez, I., González, M. G. *El absentismo laboral. Antecedentes, consecuencias y estrategias de mejora.* Universitat de Valencia. UMIVALE, 2008.

Ribaya, F. J. "La gestión del absentismo laboral". *Capital Humano.* 1998, nº 111. Suplemento Empleo.

Ribaya Mallada, F. J. R. La gestión del absentismo laboral en las empresas españolas. Atenea: Publimatic, 2004. Disponible en: http://www.revistainterforum.com/espanol/pdfes/Absentismo-Laboral-empresas-esp.pdf.

Sánchez Gallo, D. *El absentismo laboral en España.* Tesis doctoral. Facultad de Ciencias Jurídicas y Sociales. Madrid. Universidad Rey Juan Carlos, 2012-2013.

Vera Calzaretta, A. "Presentismo laboral". *Ciencia & Trabajo.* 2007, 9(24), abril-junio de 2007.

4.3. PRODUCTIVIDAD EMPRESARIAL, SATISFACCIÓN Y COMPROMISO LABORAL

Roberto Sánchez Caballero
Director del área Desarrollo
y Compensación de RR. HH. de PREMAP
Seguridad y Salud

Resumen

Las organizaciones han de entender que los tiempos cambian, las sociedades y sus necesidades también. Conseguir que una compañía evolucione, se adapte o, mejor aún, se anticipe, se plantee nuevos retos y continúe avanzando, única forma de sobrevivir, no se obtiene con cambios en las metodologías ni en las herramientas, sino por las personas que conforman la compañía, que cedemos la balanza hacia el éxito o el fracaso. Y no es fácil encontrar el camino, las relaciones entre empresa y empleados, la gestión de las normas internas, las retribuciones, políticas y filosofías, el día a día, etc., todo forma parte del clima organizacional con el que se pretende conseguir crear un ambiente en el que la gente se encuentre feliz realizando su trabajo, se sienta motivada y comprometida, y pueda aportar al proyecto común lo mejor de sí mismo.

1. Introducción

No hay una receta única para conducir a una empresa hacia el éxito, o dicho de otra forma, lo que en una organización puede ser adecuado, no tiene por qué funcionar en otra, puesto que los entornos, las ideas, la cultura grupal, etc., nunca son idénticos. Pero sí hay factores comunes en las empresas que encuentran el éxito; en ellas la búsqueda del conocimiento, el talento y la capacidad de las personas de unirse frente a los retos, sentirse comprometidos y motivados y alcanzar un nivel de rendimiento alto y sostenible en su trabajo son, a pesar de no ser tangibles, su activo más valioso. Es el capital invisible de la compañía, pero

imprescindible y necesario. Capital que las empresas han de gestionar, desarrollar, encauzar y alienar con sus propios objetivos.

¿Y cómo podemos reconducir nuestra organización hacia este camino?, pues mediante la aplicación de políticas, filosofías y principios éticos y coherentes, basados en el ejemplo, aplicando estilos de liderazgo participativos que fomenten la investigación y premien el trabajo inteligente, que nos hace sentirnos reconocidos, necesarios e importantes, y sin perder de vista que tan importante es lo que se da, como cómo se da. Y la implantación de programas de desarrollo de personas y gestión del talento, que permitan dar a conocer a cada colaborador qué es lo que se espera de él y cómo avanzar juntos.

2. Políticas y filosofías

La irrupción, ya hace muchos años, de normas y procedimientos de gestión en materias como pueden ser la calidad, el medio ambiente, la prevención o la RSC, entre otros, hizo proliferar documentos que recogían las políticas y principios de la empresa, y que no siempre se materializaban en algo más allá del marco en que cuelgan en un vestíbulo o en un despacho, ¿en qué vestíbulo está colgado la política de gestión y de control del gasto?

Es la parte inherente de la forma de operar y la cultura empresarial, aun no estando escrita, la que de una u otra forma se aplica, se respira y se manifiesta en el trato con nuestros colaboradores, clientes y proveedores, y componen las señas de identidad de la compañía, y son estos valores los que generan motivación o desánimo, impulsan el desarrollo o nos conducen al desastre, y en consecuencia, los que hay que identificar para persistir en el empeño o reconducir.

Ya no cabe duda de que un buen clima laboral tiene repercusiones positivas, pero en algunas ocasiones se adoptan medidas hacia lo urgente. En estas circunstancias la compañía tiene la difícil tarea de equilibrar la balanza con la aplicación de acciones (coherentes con la situación) que cultiven el buen ambiente, que mantengan la ilusión y la identificación con el proyecto. De lo contrario, estaremos olvidándonos de los empleados que irán perdiendo la moral.

Las políticas y filosofías son abordadas de una u otra forma en los diferentes capítulos, por lo que no pretendemos profundizar, pero sí resaltar, que no son políticas aisladas e independientes, sino que se integran y trasmiten unos valores de la organización que afectan al bienestar de la persona en el seno de la

organización, e influyen en su compromiso y satisfacción, su productividad y, en consecuencia, sobre su salud.

3. Liderazgo

Toda compañía requiere que sus directivos y mandos intermedios tengan conocimiento del negocio, comprendan el mercado en el que se mueven, tengan capacidad de análisis de los datos de la compañía según los cuales establecer la estrategia, y está claro que si se trata de una persona comprometida con la empresa y su trabajo, su elección como jefe sólo puede tener éxito. Por desgracia, es habitual olvidarse un parámetro esencial: el liderazgo.

Se necesitan líderes, capaces de influir en las emociones de un colectivo, generando confianza y motivando a las personas para que trabajen con intensidad, alcancen los resultados deseados, innoven e implementen cambios, y todo ello compartiendo ideales y propósitos que den una identidad grupal e induzca a actuar libres de restricciones, con el convencimiento de que las líneas establecidas son las más adecuadas, de forma que todos estén implicados con la causa, y no necesite directivas ni recompensas ni que les digan lo que tienen que hacer.

En definitiva, es tan importante el conocer hacia dónde hay que ir y el querer ir, como el acertar con el recorrido y la forma en la que vamos a llegar a los objetivos, incluso cuando no se alcanzan, conseguir que el colectivo se levante nuevamente, involucrando a todos para volver a intentarlo.

Y es ese nivel de carisma, conocimientos de la actividad de la empresa y esfuerzo, el que alcanza la credibilidad necesaria y crea las condiciones para obtener el mayor compromiso que hace trabajar a todos por el placer del triunfo.

La buena noticia es que uno puede conseguir ser líder en una empresa, no es necesario ser un superhombre. Eso sí, en algunas personas el liderazgo es más natural, aunque no suficiente, para el resto, se nos requiere más esfuerzo, tiempo y confianza en uno mismo.

¿Y cómo ha de actuar un líder?, pues aplicando las escucha activa de las ideas de su equipo, teniéndolas en cuenta siempre que sea posible, y de no serlo, explicando, aclarando y justificando el porqué. Dando confianza a los colaboradores para tomar decisiones, y respaldando y asumiendo, especialmente en los errores, las decisiones consensuadas, predicando con el ejemplo y dentro de un

marco coherente y ético que haga sentirse a los miembros del equipo reconocidos, necesarios e importantes.

4. El empleado como principal activo

Hubo un tiempo en el que pensaba que la frase "el empleado es el principal activo" era aplicable casi en exclusividad a las empresas de sectores no industrializados, ya que las materias primas, los procesos, etc., ocupan su propio espacio y, en consecuencia, se reducían el de las personas. Pensaba que las compañías de estos sectores sólo lo decían de cara a la galería. Con el paso de los años, me doy cuenta de que es aplicable a todo tipo de empresas, pues todos los empleados pueden aportar mejoras, y el valor de estas aportaciones tienen múltiples beneficios sobre la productividad, el compromiso y la felicidad de las personas y su rendimiento.

Algunas de las organizaciones que publicitan como eslogan interno y externo que el empleado es el principal activo, paradójicamente en situaciones en las que los resultados no son los deseables, las evidencias demuestran todo lo contrario. Estos valores, políticas y principios, forman parte de un todo, y se hace difícil explicar que cuando nos interesa es blanco, y cuando no, hay que salvar la cuenta de gestión reduciendo la plantilla. Es evidente que una compañía no ha de esperar a que los problemas se resuelvan por sí solos, pero antes de tomar algunas medidas se ha de valorar otras alternativas, analizar la totalidad del impacto, desde la moral de los que quedan, a la pérdida de conocimiento o imagen de la compañía de cara a los clientes; ¿y si se reconducen los recursos para tapar las debilidades?

5. Planes de desarrollo y gestión del talento

Alcanzar los objetivos de productividad, el compromiso laboral y la satisfacción por el trabajo bien hecho requiere abordar con transparencia las decisiones y el porqué de las cosas que a cada uno de nosotros nos incumbe en nuestro trabajo para ejecutarlas, y ante situaciones adversas, poder analizar las diferentes casuísticas y tomar decisiones dentro de sus capacidades con la mayor información posible; de lo contrario, no se obtiene pasión, ni ganas.

Se detallan a continuación los aspectos básicos para elaborar un plan de desarrollo y gestión del talento.

5.1. Planes de carrera y de sucesiones

Al hablar de planes de carrera, nos referimos a la ruta congruente por la cual una persona puede, partiendo de una posición concreta, avanzar en el seno de la empresa, mientras que al hablar de un plan de sucesiones, nos referimos a las diferentes vías por las que se puede alcanzar una posición concreta desde una posición de menor responsabilidad. En definitiva, se trata de lo mismo, pero visto desde otra perspectiva, la del origen (plan de carrera) frente a la del destino (plan de sucesiones).

Con la elaboración de los planes de carrera y de sucesiones se pretende dar a conocer las rutas congruentes (no exclusivas) por las que una persona puede avanzar y crecer en el seno de la empresa y difundir los conocimientos, habilidades y competencias requeridas.

5.2. Catálogo de cualificaciones

No cabe duda de que otro de los aspectos básicos en todo plan de desarrollo es el de definir para cada puesto de trabajo las habilidades, capacidades, cualidades, conocimientos y aptitudes que la organización establece como requisitos claves para el éxito.

Y a partir de este catálogo de cualificaciones (competencias más conocimientos), establecer un sistema que enfrente el nivel requerido con el nivel en el que se encuentra el individuo.

5.3. Evaluación del desempeño

La evaluación del desempeño es un proceso de valoración y análisis periódico del rendimiento y el talento del empleado y nos permite elaborar un plan de desarrollo personalizado que contribuya a la progresión del empleado.

Para ello se requiere identificar múltiples factores como pueden ser:

- Desde los objetivos institucionales hasta los objetivos particulares que afectan al individuo y su equipo.
- La misión, responsabilidades y dependencias que tiene uno mismo, como las de sus colaboradores y jefes.

- O las potenciales trayectorias que a lo largo de su carrera profesional puede desarrollar en el seno de la empresa (plan de carrera y sucesiones).

El detenerse por un momento y pensar de forma individual en cada uno de los colaboradores te permite asentar y estructurar ideas para trasmitir el mensaje adecuado, con un enfoque positivo y motivador, que oriente hacia los objetivos y ayude con herramientas, directrices y líneas a seguir para poder alcanzarlos.

Pero este tiempo dedicado a la reflexión no es suficiente para abordar al colaborador y comunicar "de memoria" el mensaje. Es necesario dar importancia al propio proceso, crear el clima adecuado y escuchar. Permitir que nos aporte información sobre sus propios gustos y sus ideas y su punto de vista sobre el resultado de su trabajo, conformando el entorno de análisis que nos ha de permitir no sólo elaborar un plan de desarrollo personalizado para cada uno, que integre los objetivos profesionales y personales del individuo con los de la empresa, sino también conseguir su implicación y compromiso para afrontar los retos, e incluso aportarnos nuevos enfoques e ideas que puedan llegar a cambiar el rumbo de la empresa.

De esta forma uniremos la gestión por objetivos en la que se valora el rendimiento medible:

- Dimensión del trabajo realizado: lo que hay que hacer.
- Lo que se hace: qué y cuánto.
- El resultado de lo que se hace en términos de calidad.

Con la gestión del talento:

- Qué puede hacer: aptitud.
- Qué sabe hacer: conocimientos.
- Cómo lo aborda: actitud.

Y nos ayude a identificar los puntos fuertes y las áreas de mejora, proponiendo para cada uno de los empleados y de forma personalizada los aspectos en los que avanzar (ya sea a través del estudio, la formación, desarrollar habilidades, etc.), para alcanzar los objetivos de desarrollo, promoción y evolución en el seno de la empresa.

Es importante tener presente que es habitual buscar debilidades para corregirlas, más que identificar fortalezas para después acercarlas a la excelencia. Mejorar las debilidades significativas tiene impactos positivos, pues no serán una rémora, pero eso no te llevará mucho más allá. Si se invierte el tiempo en corregir debilidades, las fortalezas no llegarán a excepcionales. Hemos de pasar de buscar el no estar por debajo de la media en nada a sobresalir en unas pocas, eso sí, las que tengan impacto sobre los objetivos de la organización. Además, hay muchas diferencias en la motivación en corregir debilidades y potenciar fortalezas.

La productividad empresarial y la satisfacción laboral residen en la implicación, el compromiso, el convencimiento y la implicación de todos, especialmente de los mandos, y requiere además de trasmitir objetivos, de animar para alcanzar los retos y escuchar propuestas, plantear hitos de control para analizar la evolución de los indicadores y reflexionar sobre cómo se han afrontado los retos para modificar, adaptar o reconducir los planteamientos y las conductas. El desarrollo de personas es una carrera de fondo en la que se requiere continuidad, sin olvidarnos de evolucionar y refrescar el proyecto con las novedades y tendencias.

4.4. SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO. PREVENCIÓN PRIMARIA, SECUNDARIA Y TERCIARIA

Fernando J. Rosado Martín
Médico especialista en Medicina del Trabajo.
Sociedad de Prevención de FREMAP

Resumen

La importantísima repercusión sanitaria y social y el enorme coste económico que suponen las enfermedades y muertes producidas por accidentes y enfermedades laborales han propiciado que, desde las diferentes organizaciones internacionales y organismos estatales involucrados, se hayan adoptado diferentes medidas de actuación, encaminadas por un lado a la identificación y cuantificación del problema, y por otro lado, a la adopción de medidas preventivas con las que intentar evitar o reducir las consecuencias derivadas del problema.

En el desarrollo del presente capítulo destacamos aquellas medidas, de ámbito internacional y comunitario, que han tenido una mayor repercusión, no sólo en la cultura preventiva de la población laboral, sino también en la actualización de la legislación española en materia de prevención de riesgos laborales y de seguridad y salud de los trabajadores.

Dos grupos de esas medidas son la que parecen haber tenido una mayor repercusión en el desarrollo de la prevención laboral española.

Nos referimos, en primer lugar, a los convenios y recomendaciones de la OIT sobre la materia, ratificados por los Estados miembros, incluida España, cuyas directrices sirvieron de base para el desarrollo de nuestra normativa interna. Entre estos, queremos destacar la publicación del Convenio OIT nº 155, sobre seguridad y salud de los trabajadores y medio ambiente de trabajo, en el que se

dictaron los principios que debían regir en las políticas nacionales de actuación en materia de seguridad y salud laboral.

En segundo lugar, el ingreso de España como país miembro de la Unión Europea trajo como consecuencia la necesidad de trasponer a nuestro ordenamiento jurídico todas aquellas disposiciones europeas en materia seguridad y salud de los trabajadores.

La trasposición de la Directiva Marco 89/391/CEE, en la que se establecieron los principios generales de la acción preventiva en la empresa, incluidos los derechos y deberes de empresarios y trabajadores, trajo como consecuencia la publicación en el año 1995 de nuestra actual Ley de Prevención de Riesgos Laborales.

La Ley de Prevención de Riesgos Laborales establece como objetivo la promoción de la seguridad y salud de los trabajadores a través de la prevención. En esta conceptuación de la prevención podemos aplicar aquellos "niveles de prevención", definidos por la OMS dentro del marco general de la Salud Pública, pero que como veremos más adelante, pueden ser perfectamente adaptados al ámbito de la Salud Laboral.

1. Introducción

Cada año mueren unos dos millones de personas a causa de enfermedades y accidentes del trabajo. Se estima que unos 160 millones de personas sufren enfermedades relacionadas con el trabajo y que cada año se producen unos 270 millones de accidentes laborales mortales y no mortales vinculados con el trabajo.

Para prevenir los daños a la salud ocasionados por el trabajo se constituyó la Organización Internacional del Trabajo (OIT), principal organismo internacional encargado de la mejora permanente de las condiciones de trabajo. La constitución de la OIT establece el principio de protección de los trabajadores respecto de las enfermedades y de los accidentes del trabajo.

Las normas de la OIT sobre seguridad y salud en el trabajo proporcionan instrumentos esenciales para que los gobiernos, los empleadores y los trabajadores instauren dichas prácticas y prevean la máxima seguridad en el trabajo.

La Convención de 1981 de la OIT sobre la Seguridad y Salud nº 155 y sus recomendaciones nº 164 dispone que se adopten medidas políticas nacionales de

seguridad y salud en el trabajo y estipula las actuaciones necesarias tanto a nivel nacional como a nivel empresarial para impulsar la seguridad y salud en el trabajo y la mejora del medio ambiente.

La Convención de 1985 de la OIT sobre Seguridad y Salud nº 161 y sus recomendaciones nº 171 dispone la creación de servicios de salud laboral que contribuyan a la implantación de las medidas políticas de seguridad y salud en el trabajo.

En Europa, la Directiva 89/391/CEE del Consejo, de 12 de junio de 1989, relativa a la aplicación de medidas para promover la mejora de la seguridad y de la salud de los trabajadores en el trabajo estableció las normas básicas en materia de protección de la salud y la seguridad de los trabajadores. Las medidas adoptadas pretendían sobre todo eliminar los factores de riesgo de enfermedad y de accidentes de trabajo. Esta Directiva fue transcrita al ordenamiento jurídico español por medio de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales publicada en 1995.

La Ley de Prevención y el Reglamento de los Servicios de Prevención de 1997 establecen en nuestro país el marco jurídico de referencia sobre el que se desarrolla todo el entramado preventivo necesario para el cumplimento de sus objetivos como es el de promover la seguridad y la salud de los trabajadores, estableciendo como principios generales, entre otros, la prevención de los riesgos profesionales y la eliminación o disminución de los riesgos derivados del trabajo.

2. El concepto de salud. La salud en el trabajo

Sin duda, la definición más conocida de la salud es la que ha realizado la OMS: "Salud es el estado completo de bienestar físico, mental y social y no solamente la ausencia de enfermedades". La misma OMS en uno de sus informes anuales señala: "La salud no es algo que se posea como un bien, sino una forma de funcionar en armonía con su medio (trabajo, ocio, forma de vida en general). No solamente significa verse libre de dolores o enfermedades sino también la libertad de desarrollar y mantener sus capacidades funcionales. La salud se mantiene por una acción recíproca entre el genotipo y el medio total. Como el medio ambiente de trabajo constituye una parte importante del medio total en que vive el hombre, la salud depende de las condiciones de trabajo".

Para concretar esta relación entre la salud y el trabajo surge el concepto de salud ocupacional no tanto como distinción del concepto global de salud, sino como

una disciplina cuyo objetivo es el mantenimiento de la salud en el medio ambiente laboral.

Así, la OIT señala en su definición aquellos objetivos que han dado lugar a su concepción y que deben de guiar sus actuaciones.

> "La salud ocupacional debe tener como objetivo la promoción y mantenimiento del más alto grado de bienestar físico, mental y el bienestar social de los trabajadores en todas las ocupaciones, la prevención entre los trabajadores de las desviaciones de salud causadas por sus condiciones de trabajo, la protección de los trabajadores en su empleo contra los riesgos resultantes de factores adversos a la salud; la colocación y el mantenimiento del trabajador en un entorno de trabajo adaptado a sus capacidades fisiológicas y psicológicas y, para resumir: la adaptación del trabajo al hombre y cada hombre a su puesto de trabajo." (OIT y OMS, 1950)

Por tanto, no debemos interpretar que exista una salud laboral y otra extralaboral. Cuando utilizamos el término de salud laboral nos referimos a aquellos estudios o acciones que tienen como finalidad conocer la importancia del trabajo en las alteraciones de la salud en una población, así como las medidas preventivas que se pueden realizar en el marco laboral. No podemos olvidarnos de la gran importancia que tienen los factores de riesgo laborales para la salud, ya que en el trabajo pasamos muchas horas de nuestra vida y, además, pueden existir riesgos que normalmente no están presentes en el ambiente extralaboral.

3. El riesgo laboral y la protección de la salud

Como hemos visto anteriormente, debemos considerar la importancia de los factores de riesgo en el trabajo como causantes de la pérdida de salud.

El trabajo puede considerarse en determinados aspectos como una fuente de salud, en tanto a que con el mismo las personas pueden conseguir una serie de aspectos positivos y favorables para la misma.

Por ejemplo, con el salario que se percibe se pueden adquirir los bienes necesarios para la manutención y bienestar general. En el trabajo las personas desarrollan una actividad física y mental que revitaliza el organismo al mantenerlo activo y despierto. Mediante el trabajo también se desarrollan y activan las relaciones

sociales con otras personas a través de la cooperación necesaria para realizar las tareas y el trabajo permite el aumento de la autoestima porque permite a las personas sentirse útiles a la sociedad.

Sin embargo, el propio trabajo también entraña peligros y riesgos cuya materialización pueden ser causa de daños de tipo psíquico, físico o emocional, según sean las condiciones sociales y materiales donde se realice el trabajo.

La Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales (LPRL), en su artículo 4, define el "riesgo laboral como la posibilidad de que un trabajador sufra un determinado daño derivado del trabajo". Este concepto existe en el ámbito laboral porque la actividad laboral lleva implícito un cierto nivel de riesgo que, cuando coexiste con otras circunstancias adversas o en definitiva con malas condiciones de trabajo, favorece que el riesgo se materialice y se produzca un daño.

Los daños a la salud producidos como consecuencia de las malas condiciones de trabajo engloban dos términos diferentes: accidentes de trabajo y enfermedades del trabajo.

El término "accidentes de trabajo", desde su concepción legislativa, hace referencia a aquellos que se producen bajo una relación laboral y originan lesiones corporales en el trabajador. Esta definición ha sido ampliada por la jurisprudencia, incluyendo las lesiones psíquicas dentro de las lesiones corporales.

Son los indicadores inmediatos y más evidentes de unas malas condiciones de trabajo. De hecho, según las cifras propuestas por la OIT mueren 200.000 trabajadores en el mundo cada año por esta causa.

El término "enfermedades del trabajo" hace referencia a dos concepciones:

- Enfermedades profesionales: aquellas causadas directa y exclusivamente por un agente de riesgo propio del medio ambiente de trabajo. Se trata de un concepto legal, ligado a la indemnización que implica causalidad directa entre actividad laboral y patología.

- Enfermedades vinculadas o relacionadas con el trabajo: aquellas en las que las condiciones de trabajo son un elemento entre otros en la etiopatogénesis de una enfermedad multifactorial. Es decir, son inespecíficas y el trabajo puede causarlas en parte, agravarlas o acelerar su evolución.

De la propia existencia del riesgo y de sus consecuencias en la generación de accidentes y enfermedades, nace el consecuente proteccionismo laboral enfocado al concepto preventivo.

La OIT, organismo especializado de las Naciones Unidas, es el que se ocupa de los asuntos relativos al trabajo y las relaciones laborales.

La publicación del Convenio 155 de la OIT, convenio sobre seguridad y salud de los trabajadores, de 1981, establece los principios para el desarrollo de políticas nacionales en materia de seguridad y salud de los trabajadores y medio ambiente de trabajo, por parte de los países adheridos.

Estas políticas tendrían por objeto prevenir los accidentes y los daños para la salud que sean consecuencia del trabajo, guarden relación con la actividad laboral o sobrevengan durante el trabajo, reduciendo al mínimo, en la medida en que sea razonable y factible, las causas de los riesgos inherentes al medio ambiente de trabajo.

La Directiva 89/391/CEE del Consejo, de 12 de junio de 1989, relativa a la aplicación de medidas para promover la mejora de la seguridad y de la salud de los trabajadores en el trabajo establece normas básicas en materia de protección de la salud y la seguridad de los trabajadores. Las medidas que prevé pretenden sobre todo eliminar los factores de riesgo de enfermedad y de accidentes de trabajo. Esta Directiva fue transcrita al ordenamiento jurídico español por medio de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales publicada en 1995.

La Ley de Prevención de Riesgos Laborales nace con el objeto de promover la seguridad y la salud de los trabajadores mediante la aplicación de medidas y el desarrollo de las actividades necesarias para la prevención de riesgos derivados del trabajo, estableciendo los principios generales relativos a la prevención de los riesgos profesionales para la protección de la seguridad y de la salud.

En definitiva, en todo el ordenamiento laboral reseñado, el fin de "protección de la salud" gira en torno a un concepto principal, el de prevención.

4. La prevención del riesgo. Los niveles de prevención

Antes de abordar los niveles de actuación preventiva, debemos repasar la definición de algunos conceptos que nos van a ser de utilidad.

Entendemos como "prevención" el conjunto de actividades o medidas adoptadas o previstas, en todas las áreas y fases de una empresa, con el fin de evitar los riesgos derivados del trabajo o minimizar sus consecuencias sobre los trabajadores.

Con la publicación de la Ley 31/1995, del 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, se estableció el marco general del mandato constitucional que obliga a los poderes públicos a velar por la seguridad y la salud en el trabajo. El objeto de la normativa es la de "promover la seguridad y la salud de los trabajadores".

Promover la seguridad supone evitar la producción de accidentes. Promover la salud de los trabajadores supone velar por la salud física o ausencia de enfermedad, pero también evitar otras enfermedades que puedan afectar a la salud psíquica y emocional del trabajador ocasionadas por las condiciones del trabajo.

Al hablar de prevención de riesgos queremos referirnos a una actividad preventiva dirigida a evitar o anticiparse a la materialización de un riesgo previamente identificado, cuyas consecuencias podrían ser la generación de un daño a la salud. Adoptando las medidas necesarias, evitaríamos que este riesgo se materializara y con ello sus consecuencias o bien contribuiríamos a que en el caso de que se materializase, sus consecuencias fuesen las menores posibles.

Esta última definición introduce un matiz en las modalidades preventivas que conviene diferenciar. Por un lado, estamos hablando de acciones con un claro significado anticipatorio, es el caso de la prevención de los factores de riesgo para evitar la ocurrencia de un daño, o el caso de la promoción de la seguridad como medida de evitación del accidente. En ambos casos estaríamos previniendo la ocurrencia del daño.

Por otro lado, estamos hablando de que dentro del concepto preventivo se puede dar la posibilidad de que no podamos evitar el riesgo, o de que no podamos evitar el accidente o el desarrollo de una enfermedad laboral, y de que como consecuencia de ello, se produzca el daño. En estos casos, la acción preventiva tendría que ir encaminada a la minimización de las consecuencias del mismo, a la minimización del daño.

Estas diferencias "de finalidad" en el objetivo a conseguir son las que nos permiten establecer diferentes tipos o niveles de prevención.

Entendemos como tipos de prevención, según la OMS, a los distintos niveles en los que se atiende una enfermedad que afecta a la salud de los seres humanos.

Los denominados "niveles de prevención" fueron definidos por la OMS dentro del marco general de la salud pública, para su aplicación en la prevención de las enfermedades a nivel general.

En el ámbito de la salud pública, el concepto de *prevención,* según la definición de la OMS (1998), es el del conjunto de "medidas destinadas no sólo a prevenir la aparición de la enfermedad, tales como la reducción de los factores de riesgo, sino también a detener su avance, a atenuar sus consecuencias una vez establecidas". De este modo, las acciones dirigidas a la prevención de la enfermedad deben ocupar un lugar preponderante en los sistemas asistenciales con la finalidad de incrementar los niveles de salud de la población.

Siguiendo estos principios y atendiendo a los diferentes periodos en la historia natural de la enfermedad (definidos por Leavell y Clark en 1958), la OMS vino a definir los tres niveles preventivos conocidos: prevención primaria, secundaria y terciaria, que están íntimamente ligados a cada uno de los periodos de la enfermedad que ahora veremos.

5. La prevención primaria, secundaria y terciaria. Aplicación en salud laboral

5.1. Historia natural de las enfermedades

Como hemos apuntado anteriormente, en la historia natural de las enfermedades se pueden distinguir tres periodos: prepatogénico, patogénico y de resultados.

- Periodo prepatogénico: comienza con la exposición a factores de riesgo o etiológicos, y en él desempeñan un papel importante los elementos que favorecen la susceptibilidad del huésped para padecer la enfermedad. Estos factores de riesgo pueden ser no modificables (edad, sexo) o, por el contrario, ser susceptibles de cambios inducidos por actuaciones de prevención primaria, que es posible llegar a eliminarlos o, al menos, conseguir un descenso significativo de la exposición del sujeto a ellos.

- Periodo patogénico: se distinguen habitualmente dos estadios o fases: presintomática (sin síntomas ni signos de la enfermedad) y clínica. Durante la primera ya se han iniciado los cambios anatomopatológicos inducidos por el agente causal y en la segunda estas alteraciones orgánicas ya son lo suficientemente importantes como para dar lugar a manifestaciones en el paciente.

- Periodo de resultados: son las consecuencias del avance de la enfermedad inducida por los agentes causales (muerte, incapacidad, situación de enfermedad crónica o curación).

5.2. Niveles de prevención

Los distintos niveles de prevención que están en íntima relación con las fases de la historia natural de las enfermedades, enunciadas anteriormente, son:

- Prevención primaria frente a las causas.
- Prevención secundaria frente a la enfermedad en sus fases precoces.
- Prevención terciaria o rehabilitación, dado que previene la incapacidad.

Las actividades de *prevención primaria* son el conjunto de actuaciones dirigidas a impedir la aparición o disminuir la probabilidad de padecer una enfermedad determinada. Su objetivo será disminuir la incidencia de la enfermedad.

Este tipo de prevención puede lograrse con la promoción de la salud y con la protección específica.

La promoción de la salud, según la Carta o Conferencia de Ottawa (OMS, 1986), se define como el proceso que permite a las personas incrementar su control sobre los determinantes de la salud y, en consecuencia, mejorarla.

La promoción de la salud se alcanza con un conjunto de medidas educativas, económicas y sociales tales como la educación sanitaria, la disponibilidad de alimentos que garanticen una buena nutrición, las condiciones adecuadas del trabajo, la disponibilidad de una vivienda apropiada y el desarrollo de hábitos saludables personales que mejoren el estado de bienestar psíquico, físico y emocional y, en definitiva, de salud.

Cualquier actitud, recomendación o intervención que haya demostrado su capacidad para mejorar la calidad de vida de las personas o de disminuir su morbimortalidad es, en sí misma, una medida de promoción de la salud.

La protección específica se refiere a todas aquellas medidas que de forma directa previenen el desarrollo de la enfermedad, por ejemplo el caso de las inmunizaciones, el desarrollo de programas específicos o la eliminación de sustancias ambientales nocivas.

Actúan en el periodo prepatogénico, es decir, antes de que la interacción entre los distintos factores y el individuo de lugar a la aparición de la enfermedad.

La *prevención secundaria* se refiere al conjunto de medidas que tiene como fin lograr un diagnóstico precoz y un tratamiento oportuno y adecuado, además de limitar, en lo posible, la incapacidad y las posibles secuelas.

La prevención secundaria busca eliminar la enfermedad en sus primerísimas fases. Por ello, decimos lucha contra la prevalencia, por cuanto la enfermedad ya está entre nosotros.

Tiene lugar en la fase presintomática del periodo patogénico de la historia natural de la enfermedad. El núcleo fundamental de las actividades de prevención secundaria lo forman los programas de cribado o detección (*screening*, tamizado, detección precoz), que consisten en el conjunto de procedimientos (pruebas de laboratorio, exploraciones radiológicas, etc.) que ofrece el sistema sanitario para detectar una enfermedad.

Las actividades de *prevención terciaria* se definen como aquellas que están dirigidas al tratamiento y rehabilitación de una enfermedad ya previamente establecida. Buscan enlentecer la progresión de la enfermedad y, con ello, evitar la aparición o agravamiento de complicaciones e invalideces, intentando mejorar la calidad de vida de los pacientes.

Como anteriormente hemos comentado, estos niveles de prevención fueron definidos para su aplicación, dentro del concepto genérico de salud, y en el ámbito de la salud pública, a la población general.

Sin embargo, la población trabajadora, además de estar sometida a todas las variables y factores que intervienen en la salud de las poblaciones, está expuesta a otros factores de riesgo de tipo biológico y químico, y a factores psicosociales y ergonómicos que causan accidentes de trabajo, enfermedades profesionales y otras relacionadas con su actividad.

Dichos factores de riesgo pueden además actuar de forma simultánea, potenciando sus efectos y facilitando el desarrollo de la enfermedad o agravando estados preexistentes.

No sólo los accidentes de trabajo y las enfermedades profesionales son el resultado directo de las condiciones y exposiciones laborales, sino que las enfermedades

comunes, a cuyo estado puede ser agravado por estas condiciones de trabajo, también adquieren gran importancia en el incremento de los índices de prevalencia de la enfermedad y de la mortalidad general.

Para hacer frente a los accidentes y a las enfermedades relacionadas con el trabajo no podemos conformarnos con la idea de tener una red asistencial excelente, con prestaciones sociales para trabajadores enfermos o incapacitados, o con numerosos centros hospitalarios y de rehabilitación, ya que este plan es muy costoso y, además, no resuelve la problemática de los trabajadores.

Por ello, aunque los principios preventivos y los niveles de prevención definidos para la salud pública general siguen siendo válidos también para la población trabajadora, convendría adecuarlos al ámbito laboral y matizar algunas de las medidas preventivas de aplicación particular en seguridad y salud laboral.

A continuación, veremos cuáles deberían ser las adaptaciones de las definiciones de prevención primaria, secundaria y terciaria para la salud ocupacional relacionando, a modo de ejemplo, algunas de las actividades que podrían incluirse de cada uno de los tres niveles de prevención.

Las actividades que a continuación relacionamos, ordenadas por áreas de actuación, son aquellas que pueden formar parte de cualquier programa de prevención en salud laboral.

5.2.1. Prevención primaria en salud laboral

La prevención primaria en salud laboral estaría constituida por el conjunto de actividades orientadas a promocionar y preservar la salud de la persona en su ambiente de trabajo. Y las actividades que podrían formar parte de este nivel serían:

- A nivel de infraestructuras:
  - Definición de los objetivos del programa de salud laboral.
  - Definición de las características de los ambientes físicos requeridos para la ejecución de las actividades del programa.
  - Determinación de los procedimientos y normas del programa.

- Determinación del perfil requerido para el personal que va a desarrollar el programa de salud ocupacional.

- Determinación de las funciones del personal que desarrollará el programa.

- A nivel de atención al trabajador:

  - Selección del perfil de la población a incluir según los criterios previamente establecidos en el programa y de acuerdo a los objetivos previstos.

  - Realización de la historia laboral y evaluación de la salud del trabajador a su ingreso a la empresa.

  - Realización de las correspondientes pruebas complementarias de agudeza visual, auditiva, capacidad respiratoria, controles biológicos de exposición, etc.

  - Realización de estudios estadísticos de enfermedades, de actividades preventivas realizadas tales como inmunizaciones, separación de ambientes nocivos, adaptaciones a las tareas del puesto de trabajo y recomendaciones de salud.

- A nivel de las condiciones del puesto de trabajo:

  - Realización de la evaluación de riesgos del puesto de trabajo. Mediciones ambientes laborales.

  - Visitas de inspección y reconocimiento a las áreas de trabajo.

  - Identificación de las necesidades de instrucción o educación en salud laboral.

  - Desarrollo de programas formativos o de intervención en salud laboral.

- En el área de investigación:

  - Diseño de programas de investigación sobre riesgos ambientales.

  - Identificación de las necesidades de investigación en salud ocupacional.

  - Impartición de educación y asesoramiento según los resultados de las investigaciones.

5.2.2. Prevención secundaria

La prevención secundaria en salud laboral es el conjunto de actividades orientadas a establecer el diagnóstico precoz y tratamiento oportuno de la enfermedad. Las actividades que se desarrollan por cada área de atención son:

- A nivel de infraestructuras:

  - Supervisión de las condiciones de orden, limpieza y ambiente en general.

  - Adquisición de aparataje de dotación de las consultas (audiómetro, espirómetro, electrocardiógrafos, etc.) y mantenimiento permanente y adecuado de los existentes.

  - Obtención de la adecuada y suficiente dotación para prestar primeros auxilios y tratamientos.

  - Distribución y utilización adecuada del personal en su medio de trabajo.

  - Actualización técnica y científica del personal profesional.

  - Promoción para la elaboración y actualización de manuales de procedimiento para urgencias médico-quirúrgicas y toxicológicas.

- A nivel de atención al trabajador:

  - Prestar los primeros auxilios en caso de accidentes o enfermedades repentinas.
  - Realización de evaluaciones periódicas anuales de salud.
  - Realización de controles periódicos de vigilancia de la salud.

- A nivel de las condiciones del puesto de trabajo:

  - Evaluación de las medidas de higiene y seguridad industrial.

  - Realización de visitas de reconocimiento a áreas de trabajo.

  - Efectuar mediciones ambientales.

  - Efectuar control de saneamiento ambiental (suministro de agua potable, limpieza y alimentación).

  - Tomar medidas preventivas ante los riesgos existentes.

- A nivel de formación en salud laboral:
  - Ejecución de programas que instruyan al trabajador sobre manifestación precoz de signos y síntomas de enfermedad.
  - Programa de cursos de primeros auxilios.
  - Instrucciones sobre uso adecuado y conservación de protectores de seguridad.
  - Asesoría al trabajador en la interpretación de normas acerca de higiene y seguridad.
  - Organización de campañas educativas de prevención contra incendios y accidentes.
  - Asesoría, con el fin de orientar a los trabajadores inscritos en programas médicos acerca del tratamiento adecuado, en caso de enfermedades como: sordera profesional, diabetes, silicosis, etc.
- En el área de investigación:
  - Recolección de información y su clasificación en cuanto a morbilidad y riesgos ambientales.
  - Realización de estadísticas sobre accidentes de trabajo y enfermedades profesionales, la parte del cuerpo afectado, gravedad de la lesión, limitaciones, etc.
  - Utilización de los resultados de la investigación para planear o desarrollar programas.
  - Comunicación de los resultados de las investigaciones a los directivos o dueños de la empresa para la toma de decisiones.

5.2.3. Prevención terciaria

La prevención terciaria en salud laboral es el conjunto de actividades orientadas a la recuperación de la salud y rehabilitación de la persona. Las actividades que se desarrollan por cada área de atención son:

- A nivel de infraestructuras:
  - Gestión de la atención interprofesional al trabajador.
- A nivel de atención al trabajador:
  - Prevención de complicaciones, invalidez y búsqueda de la disminución del ausentismo del trabajador en su sitio de trabajo.
  - Puesta en marcha de programas médicos, orientados a establecer el equilibrio psicosomático y readaptación del individuo a su situación y medio ambiente laboral.
- A nivel de las condiciones del puesto de trabajo:
  - Búsqueda de la adaptación a las condiciones laborales que faciliten y mejoren el trabajo del rehabilitado (diseño de nuevos puestos de trabajo), etc.
- Educación en salud ocupacional:
  - Elaboración de programas informativos de apoyo relacionados con la condición final del trabajador en la empresa. Producción de material didáctico y desarrollo de programas educativos.
  - Asesoramiento y orientación al trabajador sobre la continuidad de los servicios médicos y de prestaciones sociales.

6. Bibliografía

Álvarez Alva, R., Kuri Morales, P. A. *Salud pública y medicina preventiva*. 4ª Edición. México. Ediciones Manual Modeno, 2012.

Boletín Oficial del Estado (BOE). *Ley 31/1995. de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales. BOE*, nº 269, noviembre de 1995.

Collado Luis, S. "Prevención de Riesgos Laborales: Principios y Marco Normativo". *Revista de Dirección y Administración de Empresas*. 15, diciembre de 2008.

Directiva 89/391/CEE del Consejo de 12 de junio de 1989 relativa a la aplicación de medidas para promover la mejora de la seguridad y de la salud de los trabajadores en el trabajo. EUR-Lex. El acceso al derecho de la Unión Europea.

http://eur-lex.europa.eu/browse/summaries.html (20 de septiembre de 2015).

Oficina Internacional del Trabajo (OIT). *Convenio nº 155 sobre Seguridad y Salud de los Trabajadores* (1981). 67ª Reunión de la Conferencia General del Organización Internacional del Trabajo Ginebra, junio de 1981.

Oficina Internacional del Trabajo (OIT). *Recomendación nº 164 sobre Seguridad y Salud de los Trabajadores*. 67ª Reunión de la Conferencia General del Organización Internacional del Trabajo Ginebra, junio de 1981.

Oficina Internacional del Trabajo (OIT). *Convenio nº 161 sobre los Servicios de Salud en el Trabajo*. 71ª Reunión de la Conferencia General del Organización Internacional del Trabajo Ginebra, junio de 1985.

Oficina Internacional del Trabajo (OIT). *Recomendación* nº 171 *sobre los servicios de salud en el trabajo*. 71ª Reunión de la Conferencia General del Organización Internacional del Trabajo Ginebra, junio de 1985.

Oficina Internacional del Trabajo (OIT). *Estrategia Global en Materia de Seguridad y Salud en el Trabajo* (2003). Conclusiones adoptadas por la Conferencia Internacional del Trabajo en su 91ª reunión. Ginebra, 2004.

Oficina Internacional del Trabajo (OIT). *La prevención: una estrategia global*. Informe de la OIT para el Día Mundial sobre la Seguridad y la Salud en el Trabajo. Ginebra, 2005.

Oficina Internacional del Trabajo (OIT). *Riesgos emergentes y nuevos modelos de prevención en un mundo de trabajo en transformación*. Informe de la OIT para el Día Mundial sobre la Seguridad y la Salud en el Trabajo. Ginebra, 2010.

Piédrola Gil, G. *Medicina preventiva y salud pública*. 11ª Edición. Barcelona. Editorial Masson, 2008.

4.5. FUNCIONES Y RESPONSABILIDADES. LA INTEGRACIÓN EN EL SISTEMA GENERAL DE GESTIÓN DE LA EMPRESA

José Manuel Álvarez Zárate
Ingeniero. Instituto de Ergonomía

Resumen

De acuerdo con la legislación vigente, la seguridad y salud en el trabajo debe integrarse en el conjunto de actividades y decisiones de la empresa, sea cual sea la modalidad de la organización preventiva. Esto supone la definición y asignación por parte del empresario de funciones y responsabilidades en materia de prevención de riesgos laborales a todos los niveles jerárquicos de la organización, abarcando todas las actividades y procesos que se lleven a cabo e integrando estas funciones y responsabilidades con las propias de cada puesto o función. Asimismo, implica que cada persona dentro de la organización conozca y asuma las funciones y responsabilidades en materia de prevención que le han sido asignadas por la dirección y que las integre en su ámbito de decisión.

Es evidente que las funciones y responsabilidades deben ser compatibles con las propias de cada persona dentro de la organización y, además, que cada persona requerirá de una formación y de unas competencias suficientes y adecuadas por poder asumirlas. También será necesario comunicar a las partes interesadas las consecuencias prácticas y legales que tendría actuar con negligencia en este sentido.

1. Concepto de integración

Contra la vieja creencia de que la prevención la hacía el médico o el técnico de la empresa, en la actualidad se trabaja con la idea de que la prevención es cosa de todos, en primer lugar, de las personas a las que se trata de proteger. Así, los

departamentos de prevención de riesgos o servicios de prevención se convierten en un órgano asesor en materia preventiva, pasando a ser responsabilidad de todos los implicados (directivos, gerentes, mandos intermedios, encargados o supervisores y empleados en general) los responsables de cumplir con las políticas, procedimientos, instrucciones y normas que se hayan establecido y, en cada caso, de asumir las funciones y responsabilidades que le han sido asignadas, integrándolas en todas las tareas que debe realizar, junto con las correspondientes a su puesto de trabajo.

También se habla de integración de sistemas de gestión. Típicamente se han ido integrando los sistemas de gestión de la calidad y del medio ambiente y, menos frecuentemente, a estos sistemas también se ha integrando el de gestión de la seguridad y salud en el trabajo. Además, en un sistema realmente integrado, podríamos sumar el sistema de gestión de empresa saludable y otros sistemas auditables, como los de responsabilidad social empresarial, empresa familiarmente responsable, etc.

Uno de los beneficios de la integración de los sistemas de gestión es la reducción y simplificación de la gestión documental, facilitando su mantenimiento y control. Además, se reducen los costes de auditorías internas y externas, ya que una parte importante de los diferentes sistemas puede auditarse a la vez, reduciendo así el tiempo, lo que reduce también los costes de personal propio dedicado a estas labores. También se reducen los tiempos de formación, puesto que existen menos procedimientos que explicar.

La integración de los sistemas de gestión favorece la integración de la prevención de riesgos laborales, ya que las personas acaban viendo este tema como una parte más de su trabajo y no como una actividad estanca que es responsabilidad de otras personas.

No sólo las personas sino también los diferentes departamentos de la empresa pueden y deben integrar la prevención dentro de sus funciones y ámbito de responsabilidad. En un departamento de compras, por ejemplo, se pueden integrar, parcial o totalmente, la coordinación de actividades empresariales cuando se contratan empresas externas o trabajadores autónomos, la inclusión de las condiciones de compra que tenga relación con la prevención de riesgos en la compra de equipos de trabajo o de equipos de protección individual, la inclusión en los pliegos de compra o licitación en relación con el diseño de instalaciones, mobiliario, etc. En el departamento de recursos humanos (de personal o de personas), se pueden llevar a cabo funciones de coordinación con las empresas de trabajo

temporal y gestión de su documentación, labores de información y formación, implantación de medidas para la mejora de los factores psicosociales, gestión de denuncias de acoso, etc., y, por supuesto, un gran número de actividades relacionadas con la gestión de una empresa saludable.

Los departamentos productivos son los principales involucrados en temas de prevención, tanto desde el punto de vista de hacer cumplir la normativa en materia de prevención, como en la gestión de las personas, los controles periódicos de las condiciones de trabajo y de la actividad de los trabajadores, el control de estado y uso de equipos de protección individual, el correcto uso de las máquinas y de los equipos puestos a disposición, la investigación de los incidentes y accidentes, etc. Mantenimiento, como unidad, se encarga de la gestión del mantenimiento preventivo y correctivo de todas las instalaciones, máquinas y equipos necesarios para llevar a cabo el proceso productivo de forma eficiente y segura.

Así, podríamos seguir mencionando a otras áreas o departamentos dentro de cualquier organización con funciones y responsabilidades en materia de seguridad y salud en el trabajo. Cada organización debe reflexionar sobre la forma más práctica y rentable de integrar la gestión de la prevención, sin incurrir en el error de creer que esta actividad se puede externalizar en su totalidad y que subcontratando la "prevención" está eximido de integrar la prevención en la empresa. En el caso de la prevención, se puede externalizar parcial o totalmente el servicio de prevención o ciertas actividades, pero la obligación de integrar la gestión de la prevención en el sistema de gestión de la empresa sigue siendo obligatoria y necesaria.

2. Funciones y responsabilidades en materia de prevención

En función del tipo de negocio, el tamaño y actividad de la empresa, los conocimientos y capacidades de las personas con las que trabajo, etc., la dirección de cada organización debe estudiar la forma más práctica de asignar las funciones y responsabilidades.

En el artículo 16 de la Ley 31 de Prevención de Riesgos Laborales, se establece que en el plan de prevención es donde debe incluirse la estructura organizativa, las responsabilidades, las funciones, las prácticas, los procedimientos, los procesos y los recursos necesarios para realizar la acción de prevención de riesgos en la empresa. Y en el artículo 42 de la misma ley se dice que el incumplimiento por parte de los empresarios de sus obligaciones en materia de prevención de

riesgos laborales dará lugar a responsabilidades administrativas, así como, en su caso, a responsabilidades penales y a las civiles por los daños y perjuicios que puedan derivarse de dicho incumplimiento. Las responsabilidades administrativas que se deriven del procedimiento sancionador serán compatibles con las indemnizaciones por los daños y perjuicios causados y de recargo de prestaciones económicas del sistema de la Seguridad Social que puedan ser fijadas por el órgano competente de conformidad con lo previsto en la normativa reguladora de dicho sistema. En la sección 2ª del Real Decreto Legislativo 5/2000, de 4 de agosto, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley sobre Infracciones y Sanciones en el Orden Social, se especifican las infracciones y sanciones en materia de prevención de riesgos laborales.

En el caso de los trabajadores en general, la ley de prevención, en su artículo 29, establece las siguientes obligaciones:

1. Corresponde a cada trabajador velar, según sus posibilidades y mediante el cumplimiento de las medidas de prevención que en cada caso sean adoptadas, por su propia seguridad y salud en el trabajo y por la de aquellas otras personas a las que pueda afectar su actividad profesional, a causa de sus actos y omisiones en el trabajo, de conformidad con su formación y las instrucciones del empresario.

2. Los trabajadores, con arreglo a su formación y siguiendo las instrucciones del empresario, deberán en particular:

    - Usar adecuadamente, de acuerdo con su naturaleza y los riesgos previsibles, las máquinas, aparatos, herramientas, sustancias peligrosas, equipos de transporte y, en general, cualesquiera otros medios con los que desarrollen su actividad.

    - Utilizar correctamente los medios y equipos de protección facilitados por el empresario, de acuerdo con las instrucciones recibidas de este.

    - No poner fuera de funcionamiento y utilizar correctamente los dispositivos de seguridad existentes o que se instalen en los medios relacionados con su actividad o en los lugares de trabajo en los que esta tenga lugar.

    - Informar de inmediato a su superior jerárquico directo y a los trabajadores designados para realizar actividades de protección y de prevención o, en su caso, al servicio de prevención, acerca de cualquier situación que, a su juicio, entrañe, por motivos razonables, un riesgo para la seguridad y la salud de los trabajadores.

    - Contribuir al cumplimiento de las obligaciones establecidas por la autoridad competente, con el fin de proteger la seguridad y la salud de los trabajadores en el trabajo.

    - Cooperar con el empresario para que este pueda garantizar unas condiciones de trabajo que sean seguras y no entrañen riesgos para la seguridad y la salud de los trabajadores.

En el mismo artículo se indica que el incumplimiento por parte de los trabajadores de las obligaciones en materia de prevención de riesgos tendrá la consideración de incumplimiento laboral a los efectos previstos en el artículo 58.1 del Estatuto de los Trabajadores.

En el caso de los delegados de prevención, en el artículo 36 de la Ley 31/1995 se indican sus derechos y competencias:

- Colaborar con la dirección de la empresa en la mejora de la acción preventiva.

- Promover y fomentar la cooperación de los trabajadores en la ejecución de la normativa sobre prevención de riesgos laborales.

- Ser consultados por el empresario, con carácter previo a su ejecución, acerca de las decisiones a que se refiere el artículo 33 de la presente Ley.

- Ejercer una labor de vigilancia y control sobre el cumplimiento de la normativa de prevención de riesgos laborales.

- Acompañar a los técnicos en las evaluaciones de carácter preventivo del medio ambiente de trabajo, así como, en los términos previstos en el artículo 40 de esta Ley, a los inspectores de trabajo y Seguridad Social en las visitas y verificaciones que realicen en los centros de trabajo para comprobar el cumplimiento de la normativa sobre prevención de riesgos laborales, pudiendo formular ante ellos las observaciones que estimen oportunas.

- Tener acceso, con las limitaciones previstas en el apartado 4 del artículo 22 de esta Ley, a la información y documentación relativa a las condiciones de trabajo que sean necesarias para el ejercicio de sus funciones y, en particular, a la

prevista en los artículos 18 y 23 de esta Ley. Cuando la información esté sujeta a las limitaciones reseñadas, sólo podrá ser suministrada de manera que se garantice el respeto de la confidencialidad.

- Ser informados por el empresario sobre los daños producidos en la salud de los trabajadores una vez que aquel hubiese tenido conocimiento de ellos, pudiendo presentarse, aun fuera de su jornada laboral, en el lugar de los hechos para conocer las circunstancias de los mismos.

- Recibir del empresario las informaciones obtenidas por este procedentes de las personas u órganos encargados de las actividades de protección y prevención en la empresa, así como de los organismos competentes para la seguridad y la salud de los trabajadores, sin perjuicio de lo dispuesto en el artículo 40 de esta Ley en materia de colaboración con la inspección de trabajo y Seguridad Social.

- Realizar visitas a los lugares de trabajo para ejercer una labor de vigilancia y control del estado de las condiciones de trabajo, pudiendo, a tal fin, acceder a cualquier zona de los mismos y comunicarse durante la jornada con los trabajadores, de manera que no se altere el normal desarrollo del proceso productivo.

- Recabar del empresario la adopción de medidas de carácter preventivo y para la mejora de los niveles de protección de la seguridad y la salud de los trabajadores, pudiendo a tal fin efectuar propuestas al empresario, así como al Comité de Seguridad y Salud para su discusión en el mismo.

- Proponer al órgano de representación de los trabajadores la adopción del acuerdo de paralización de actividades a que se refiere el apartado 3 del artículo 21.

Todo lo mencionado anteriormente deberá tenerse en consideración a la hora de definir las funciones y responsabilidades a nivel de trabajadores y de sus representantes.

A nivel de dirección, las funciones y responsabilidades podrían ser, entre otras, las siguientes:

- Definir, elaborar y revisar periódicamente la política en materia de salud y seguridad y bienestar.

- Definir y asignar las funciones y responsabilidades a todos los niveles de la organización, velando por su cumplimiento y asignando las responsabilidades propias de cada nivel jerárquico, de forma clara e inequívoca.

- Garantizar la seguridad y la salud de todas las personas que ingresan en las localizaciones de la empresa o que trabajan para la organización.

- Asignar los recursos humanos y materiales necesarios para la consecución de los objetivos establecidos.

- Establecer la estructura organizativa necesaria para la realización de las actividades preventivas legalmente establecidas y las relacionadas con la gestión de empresa saludable, integrándola en la organización existente.

- Consultar a los trabajadores en la adopción de decisiones que puedan afectar a la seguridad, la salud, el bienestar y las condiciones de trabajo.

- Promover y participar en reuniones periódicas para analizar y discutir temas de seguridad, salud y bienestar, procurando tratar también estos temas en las reuniones normales de trabajo.

- Realizar o intervenir en auditorías internas, controles o revisiones periódicas.

- Participar en las actividades preventivas y de promoción de la salud y del bienestar incluidas en los procedimientos establecidos.

- Visitar periódicamente los lugares de trabajo para estimular comportamientos eficientes, detectar deficiencias y demostrar interés por su solución.

- Reconocer a las personas los logros obtenidos en relación con los objetivos y con las actuaciones realizadas.

- etc.

Los responsables de los diferentes departamentos o unidades funcionales de la empresa son los encargados de impulsar, coordinar y controlar que todas las actuaciones llevadas a cabo en sus respectivas áreas sigan las directrices establecidas por la dirección sobre prevención de riesgos laborales. Para ellos, la NTP 565[1] del INSHT define las siguientes funciones y responsabilidades:

[1] NTP 565 sobre *Sistema de Gestión Preventiva: organización y definición de funciones preventivas.*

- Prestar la ayuda y los medios necesarios a los mandos intermedios de su unidad funcional a fin de que estos puedan desempeñar correctamente sus cometidos. A tal fin deberán asegurar que tales mandos intermedios estén debidamente formados.

- Cumplir y hacer cumplir los objetivos preventivos establecidos, definiendo los específicos para su unidad, según las directrices recibidas.

- Cooperar con las distintas unidades funcionales de la empresa a fin de evitar duplicidad o contrariedad de actuaciones.

- Integrar los aspectos de seguridad y salud laboral y bienestar, así como de calidad y medio ambiente en las reuniones de trabajo con sus colaboradores y en los procedimientos de actuación de la unidad.

- Revisar periódicamente las condiciones de trabajo de su ámbito de actuación de acuerdo al procedimiento establecido.

- Participar en la investigación de todos los incidentes y accidentes con y sin baja acaecidos en su unidad funcional e interesarse por las soluciones adoptadas para evitar su repetición.

- Participar en las actividades planificadas, de acuerdo al procedimiento establecido.

- Promover y participar en la elaboración de procedimientos de trabajo en aquellas tareas críticas que se realicen normal o ocasionalmente en su unidad funcional.

- Efectuar un seguimiento y control de las acciones de mejora a realizar en su ámbito de actuación, surgidas de las diferentes actuaciones preventivas.

Y, para mandos intermedios, la misma NTP propone entre sus cometidos los siguientes:

- Elaborar y transmitir los procedimientos e instrucciones referentes a los trabajos que se realicen en su área de competencia.

- Velar por el cumplimiento de los procedimientos e instrucciones de los trabajadores a su cargo, asegurándose de que se llevan a cabo en las debidas condiciones de seguridad y salud en el trabajo.

- Informar a los trabajadores afectados de los riesgos existentes en los lugares de trabajo y de las medidas preventivas y de protección a adoptar.

- Analizar los trabajos que se llevan a cabo en su área detectando posibles riesgos o deficiencias para su eliminación o minimización.

- Planificar y organizar los trabajos de su ámbito de responsabilidad, considerando los aspectos preventivos a tener en cuenta.

- Vigilar con especial atención aquellas situaciones críticas que puedan surgir, ya sea en la realización de nuevas tareas o en las ya existentes, para adoptar medidas correctoras inmediatas.

- Investigar todos los accidentes e incidentes ocurridos en su área de trabajo de acuerdo al procedimiento establecido y aplicar las medidas preventivas necesarias para evitar su repetición.

- Formar a los trabajadores para la realización segura y correcta de las tareas que tengan asignadas y detectar las carencias al respecto.

- Aplicar en la medida de sus posibilidades las medidas preventivas y sugerencias de mejora que propongan sus trabajadores.

- Transmitir a sus colaboradores interés por sus condiciones de trabajo y reconocer sus actuaciones y sus logros.

3. Bibliografía

http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/501a600/565w.pdf.

4.6. ESPACIOS DE TRABAJO SALUDABLES

José Manuel Álvarez Zárate
Ingeniero. Instituto de Ergonomía

Resumen

En el XVIII Congreso sobre Seguridad y Salud en el Trabajo en Seúl (Corea) en 2008, los participantes firmaron la Declaración de Seúl sobre Seguridad y Salud en el Trabajo, que afirma específicamente que un ambiente de trabajo seguro y saludable es un derecho humano fundamental[1].

Es un imperativo ético y moral establecer un ambiente de trabajo sano que no haga daño a la salud física o mental de los trabajadores y que promueva la seguridad, la salud y el bienestar de la personas, preservando el medio ambiente, colaborando con la comunidad, haciendo una adecuada gestión de los recursos y contribuyendo al crecimiento de la empresa y de la sociedad.

La Unión Europea resalta que la falta de salud y seguridad en el trabajo no sólo tiene una considerable dimensión humana, sino también un gran impacto en la economía. El enorme costo económico de los problemas asociados con la seguridad y la salud en el trabajo reduce la competitividad de las empresas e inhibe el crecimiento económico de ellas y de la sociedad.

La OMS, basándose en el Plan Global de Acción de Salud en el Trabajo, 2008-2017, lanzó el Marco Global de Lugares de Trabajo Saludables en abril de 2010. Se trata de recopilar un conjunto de buenas prácticas y herramientas adecuadas que se ajusten al Marco de la OMS de Lugares de Trabajo Saludables para su aplicación práctica.

---

[1] http://www.seouldeclaration.org/index.php a 3 marzo de 2015.

1. La importancia de crear ambientes de trabajo saludables

La OIT (OMS, 2010) estima que cada año mueren dos millones de hombres y mujeres como resultado de accidentes y enfermedades relacionadas con el trabajo. Esta organización estima que cada año existen 160 millones de casos nuevos de enfermedades relacionadas con el trabajo y estipula que la condiciones de trabajo generan que un tercio de ellos presenten dolor de espalda, 16% de pérdida de audición, 10% de cáncer de pulmón y 8% de depresión atribuida a riesgos de trabajo. Cada tres minutos y medio muere alguien en la Unión Europea por causas relacionadas con el trabajo. Esto quiere decir que casi 167.000 muertes tan sólo en Europa son resultado de accidentes relacionados con el trabajo (7.500) o enfermedades profesionales o relacionadas con el trabajo (159.500). Cada cuatro segundos y medio, una persona en la Unión Europea protagonizará un accidente que la obligará a permanecer sin trabajar al menos durante tres días. El número de accidentes que causan tres o más días de ausencia es impresionante: más de 7 millones al año.

Estos datos nos demuestran, tanto desde un punto de vista humano como económico y de justicia social, la importancia de crear entornos de trabajo saludables.

2. Qué es un entorno de trabajo saludable

Cualquier definición de entorno de trabajo saludable debe ajustarse a la definición de salud de la OMS: "Un estado de completo bienestar físico, mental y social, y no la simple ausencia de la enfermedad". Las definiciones de entorno de trabajo saludable han evolucionado durante los últimos años, desde un enfoque centrado casi exclusivamente en el ambiente físico de trabajo (esquema tradicional de la salud y seguridad), hasta abarcar la ergonomía y los factores psicosociales (concepto moderno de seguridad y salud en el trabajo), y llegando a incluir los estilos de vida saludable (concepto de empresa promotora de la salud) o estableciendo nexos con la familia y la comunidad (empresa familiarmente responsable y responsabilidad social empresarial).

La Oficina Regional del Pacífico Oeste de la OMS define un entorno de trabajo saludable de la siguiente manera: "Un entorno de trabajo saludable es un lugar donde todos trabajan unidos para alcanzar un visión conjunta de salud y bienestar para los trabajadores y la comunidad. Esto proporciona a todos los miembros de la fuerza de trabajo, condiciones físicas, psicológicas, sociales y organizacionales que protegen y promueven la salud y la seguridad. Esto permite a los jefes y trabajadores tener cada vez mayor control sobre su propia salud, mejorarla y ser más energéticos, positivos y felices" (OMS, 2010).

El Instituto Nacional Americano para la Salud y Seguridad Ocupacionales (NIOSH) estableció una iniciativa para la vida de trabajo, que "tiene la visión de que existan espacios de trabajo libres de peligros previamente reconocidos, con políticas sustentables, programas y prácticas de promoción de la salud, y empleados con franco acceso a programas y servicios efectivos que protejan su salud, seguridad y bienestar"[2].

Algunos autores (Lowe, 2004) hacen una diferencia entre "entorno de trabajo saludable" y "organización saludable". El término entorno de trabajo saludable lo asocian más al bienestar físico y mental, mientras que se entiende como organización saludable aquella que pone el énfasis en la salud y el bienestar del trabajador con objeto de lograr sus objetivos estratégicos.

3. Las bases de un espacio de trabajo saludable

Un lugar de trabajo saludable es aquel en que los agentes sociales colaboran mutuamente en un proceso de mejora continua para proteger y promover la seguridad, la salud y el bienestar de todas las personas que trabajan en y para la organización, así como la sostenibilidad empresarial.

En un entorno de trabajo saludable hay varios aspectos que deben abordarse:

- La salud y seguridad en lo que respecta al entorno físico de trabajo.
- La salud, seguridad y el bienestar en relación con el entorno psicosocial de trabajo, incluyendo la organización del trabajo y la cultura organizacional.
- Los recursos personales de salud en el lugar de trabajo (apoyando y estimulando estilos de vida saludables).
- Los sistemas de participación en la comunidad para mejorar la salud de los trabajadores, sus familias y miembros de la comunidad.

---

[2] http://www.cdc.gov/niosh/worklife/ a 3 de marzo de 2015.

Es fundamental en el diseño de los lugares de trabajo seguros respetar, promover y aplicar las normas de seguridad e higiene en el trabajo, así como los criterios ergonómicos legales. Pero hablando de entornos saludables, hay que ir un paso más allá, y diseñar entornos que incidan positivamente en la salud y bienestar de las personas. El tipo y calidad de la iluminación, el ambiente cromático y visual, unas adecuadas condiciones ambientales, el uso y diseño de los espacios (centros de trabajo, espacios comunes, salas de descanso, etc.), el diseño de los métodos y la organización del trabajo y otros muchos elementos más contribuirán a una mejora notable en la calidad de vida en el trabajo.

La OMS define la salud mental positiva como "un estado de bienestar en el que cada individuo desarrolla su propio potencial, tiene capacidad para afrontar al estrés normal de la vida, puede trabajar de forma productiva y fructífera, y es capaz de contribuir con su comunidad". Los trabajadores con una buena salud mental obtienen mejores resultados en su trabajo. Se trata, por tanto, de la forma de pensar, sentir y comportarse. Muchas personas no se sienten cómodas expresando sus sentimientos, pero es sano compartirlos con los demás y ayuda a comprenderlos. También hay otras medidas que pueden tomarse para promover la salud mental positiva y reducir el estrés.

No cabe duda también de que las organizaciones pueden contribuir de diferentes formas a la mejora o mantenimiento de la salud de las personas. Desde la alimentación, ya sea mediante la gestión de los comedores de empresa o de las máquinas de vending, o informando a las personas sobre hábitos saludables de alimentación, mediante el fomento del deporte, la organización de actividades, la facilidad de acceso a gimnasios u otras actividades deportivas extralaborales, o instalación de ambientes adecuados para realizar ejercicio o hacer deporte en la propia empresa, etc.

Las empresas colaboran o pueden colaborar en una adecuada vigilancia de la salud mediante la medicina del trabajo o facilitando el acceso a especialistas de diferentes disciplinas; puede llegarse a hacer un seguimiento del estado de salud individualizado, en función no sólo de los riesgos inherentes al puesto de trabajo sino también ir más allá, personalizándolo según los resultados de los controles y de la edad y del sexo, ofreciendo campañas de vacunación, facilitando el acceso a programas de control de drogodependencias, facilitando la ayuda psicológica, realizando pruebas diagnósticas, etc.

Cuando un sistema está maduro, este debe repercutir necesariamente en el entorno inmediato de los trabajadores (familia, amigos, etc.) y por ende en la

sociedad. A través de convenios, organizaciones empresariales, organizaciones no gubernamentales, colegios, universidades, etc., las empresas pueden llevar a cabo un gran número de actividades o colaboraciones puntuales en aras del bienestar y del progreso de la sociedad en la que radican sus centros de trabajo, sin olvidar, sin duda, el respeto y la protección del medio ambiente.

4. Bibliografía

http://www.who.int/occupational_health/evelyn_hwp_spanish.pdf.

http://www.cdc.gov/niosh/worklife/.

Lowe, G. *Healthy workplace strategies: creating change and achieving results.* 8, 2004.

OMS. *Entornos laborales saludables: fundamentos y modelo de la OMS: contextualización,* 2010.

4.7. LA ERGONOMÍA EN EL LUGAR DE TRABAJO. DISEÑO PARA TODOS

Juan Carlos Tena Minguillán
Ingeniero, PREMAP Prevención y Salud

Resumen

Parece claro que no es posible diseñar un puesto de trabajo sin tener en cuenta al usuario. Esto requiere el conocimiento profundo de sus dimensiones y capacidades. La ergonomía trata de diseñar los sistemas trabajo según estos conocimientos, con el fin de prevenir accidentes y enfermedades profesionales, mejorar la productividad y aumentar la calidad del producto y de las condiciones de trabajo.

El objetivo teórico es claro, se trata de diseñar unas condiciones, unos lugares y unos puestos de trabajo que se adapten a toda la población. Evidentemente, esto no es posible en todos los casos y en todas las situaciones y, por lo tanto, previamente habrá que definirse el grupo de usuarios a quienes estará destinado el diseño.

Se dice que un diseño es ergonómico cuando se consigue un óptima adaptación entre las capacidades humanas y las exigencias del puesto para el 90% de los usuarios; pero también cuando la adaptación se hace para una persona o un grupo de personas en particular, como puede ser el caso de adaptar un puesto para ser ocupado por una persona con algún tipo de minusvalía.

Bajo el término de "diseño para todos", se entiende aquel diseño cuya finalidad consiste en conseguir entornos, productos o servicios y, en general, sistemas que puedan ser utilizados por el mayor número posible de personas. Como la ergonomía, es un concepto basado en la variabilidad humana pero, también o además, hace referencia a la inclusión social y a la igualdad.

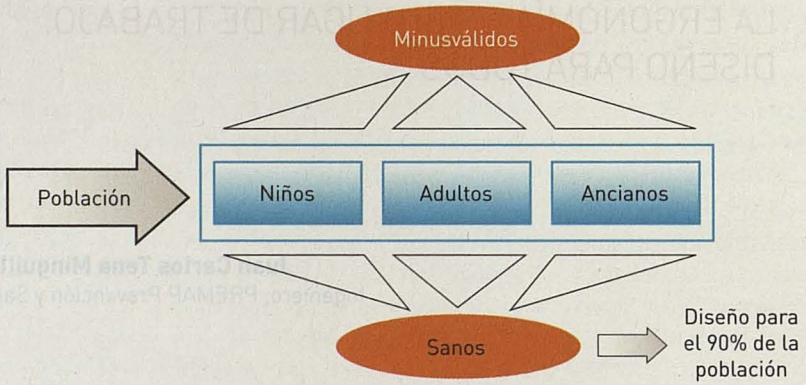


Figura 1

1. Definiciones de ergonomía y campos de aplicación

La Asociación Internacional de Ergonomía (IEA) entiende por ergonomía la disciplina científica sobre el conocimiento de las interacciones entre el hombre y otros elementos de un sistema, así como la profesión que aplica principios teóricos, datos y métodos para el diseño de cara a optimizar el bienestar humano y el rendimiento general del sistema.

Según la Asociación Española de Ergonomía (AEE), la ergonomía es el conjunto de conocimientos de carácter multidisciplinar aplicados para la adecuación de productos, sistemas y entornos artificiales a las necesidades, limitaciones y características de sus usuarios, optimizando la eficacia, la seguridad y el bienestar.

El objetivo general de la ergonomía es adaptar el trabajo a las capacidades y posibilidades del ser humano y puede ser aplicada a todos los aspectos de la actividad humana y, por tanto, podrán considerarse factores físicos, cognitivos, sociales, organizacionales, ambientales y cualesquiera otros que se consideren relevantes en un caso concreto.

Las áreas de la ergonomía son, según la AEE:

- Ergonomía de puestos/ergonomía de sistemas
- Ergonomía de concepción y ergonomía de corrección
- Ergonomía geométrica

- Ergonomía ambiental
- Ergonomía temporal o cronoergonomía
- Ergonomía informática

Y según la IEA, las áreas que se pueden distinguir serían:

- **Ergonomía física:** que incluye anatomía, fisiología y características biomecánicas referidas a la actividad física. Los tópicos relevantes abarcan las posturas de trabajo, el manejo manual de cargas, los movimientos repetitivos, los trastornos musculoesqueléticos, el diseño del puesto de trabajo y la seguridad y salud en el trabajo.
- **Ergonomía cognitiva:** relacionada con los procesos mentales tales como la percepción, la memoria, razonamiento y respuesta motora en tanto en cuanto afectan a las interacciones entre el hombre y otros elementos del sistema. Los temas relevantes incluyen la carga mental, la toma de decisiones en situaciones comprometidas, la interacción hombre-máquina, incluido el ordenador, fiabilidad humana, estrés en el trabajo y cómo se relacionan con el diseño del sistema.
- **Ergonomía organizacional:** trata de la optimización de los sistemas sociotécnicos, incluyendo sus estructuras organizativas, políticas y procesos. Los tópicos relevantes incluyen la comunicación en la empresa, diseño del tiempo de trabajo, trabajo en equipo, diseño participativo, cooperación en el trabajo, nuevas formas de organización del trabajo, cultura organizacional, organizaciones virtuales, teletrabajo, etc.

Hemos de indicar que la ergonomía, junto con la psicosociología aplicada, es una de las cuatro áreas o especialidades que integran la prevención de riesgos laborales, pero el concepto puede ampliarse más allá del mundo del trabajo y de la empresa e incluir el diseño de productos teniendo en cuenta su usabilidad y las personas que los han de emplear, es decir, los usuarios potenciales de los mismos, así como los ambientes y entornos en que han de emplearse.

2. Diseño para todos

El primer impulso para el desarrollo de este modelo deriva de las políticas europeas de accesibilidad y del Instituto Europeo de Diseño (EIDD). En la Declaración de Estocolmo del EIDD (2004) se afirma que el diseño para todos es un planteamiento

holístico e innovador, que constituye un reto ético y creativo para todos los diseñadores, empresarios, administradores y dirigentes políticos (EIDD. Declaración de Estocolmo de 2004).

En el caso de España, la Ley 51/2003 sobre Igualdad de Oportunidades, no Discriminación y Accesibilidad Universal de las Personas con Discapacidad considera el diseño para todos como imprescindible para conseguir la accesibilidad universal, y lo define como:

> "La actividad por la que se concibe o proyecta, desde el origen, y siempre que ello sea posible, entornos, procesos, bienes, productos, servicios, objetos, instrumentos, dispositivos o herramientas, de tal forma que puedan ser utilizados por todas las personas, en la mayor extensión posible."

El concepto de "diseño para todos" está muy relacionado con el conocido como "diseño universal" y el de "diseño inclusivo". Estos, en ocasiones, se emplean como definiciones o términos equivalentes, pero hay matices que los diferencian. El diseño para todos se refiere fundamentalmente al ámbito de la accesibilidad sin barreras para personas con discapacidad, pero sus beneficios alcanzan a una población mucho más amplia.

El diseño universal tiene por objetivo simplificar la forma de llevar a cabo las tareas cotidianas mediante el diseño de productos o servicios y de entornos mucho más simples de utilizar por todas los individuos con un mínimo de esfuerzo o de demandas. Está orientado a todas las personas, independientemente de sus edades y habilidades. Alcanza todos los aspectos de la accesibilidad, y se dirige a toda la población, incluidas las personas con discapacidad. Resuelve el problema con una visión holista, partiendo de la idea de la diversidad humana.

Tradicionalmente, se empezó a incluir en el diseño a las personas con discapacidad motriz. El diseño universal es más amplio. Trata también de considerar otras posibles variables en la vida de una persona, como son los cambios que se producen con el envejecimiento (capacidad visual y auditiva, pérdida de fuerza, etc.) u otras discapacidades o enfermedades, como pueden ser la ceguera o la sordera. En el mundo laboral se habla de aplicar la ergonomía considerando el envejecimiento en el trabajo, así como en la vida cotidiana, de adaptar los hogares para las personas mayores.

Según algunas estimaciones, la proporción de trabajadores de edad avanzada en la Unión Europea aumentará en las próximas décadas. Las tendencias de la población activa en la Unión Europea de los 27 apuntan a que el grupo de edades de 55 a 64 años aumentará en un 16,2% (9,9 millones) entre 2010 y 2030. Todos los demás grupos de edades muestran una tendencia a la baja, que va del 5,4% (40-54 años) al 14,9% (25-39 años). Este acusado cambio demográfico se debe al aumento de la esperanza de vida y a la disminución de las tasas de fecundidad. Como consecuencia, la edad media de los trabajadores europeos será más alta que nunca.

En muchos países, los trabajadores de edad avanzada representarán el 30% o más de la población activa. Las tasas de empleo de estos trabajadores (55-64 años) en la UE de los 27 no llegan en la actualidad al 50%. Sólo en quince países en todo el mundo se supera esa cifra. Más de la mitad de estas personas dejan el trabajo antes de la edad de jubilación obligatoria por una u otra razón. Urge, pues, mejorar y prolongar la carrera profesional para financiar y apoyar la mayor longevidad de los ciudadanos europeos.

2012 fue el *Año Europeo del Envejecimiento Activo* y tuvo por objetivo promover la calidad de vida y el bienestar de la población europea, especialmente de las personas de edad avanzada, y fomentar la solidaridad intergeneracional. Una buena vida laboral es una importante plataforma para promover el envejecimiento activo. Por consiguiente, la seguridad y la salud en el trabajo son decisivas para garantizar un envejecimiento activo a través de una vida laboral mejor y más prolongada. Un buen trabajo promueve además la cooperación entre las generaciones jóvenes, las de mediana edad y las de edad avanzada.

Esto conlleva un buen diseño no sólo de los sistemas y entornos de trabajo, sino también de todas las condiciones en que se realiza el trabajo, incluyendo los aspectos ergonómicos, organizacionales y psicosociales. Es el campo en donde la ergonomía y psicosociología aplicada entran de lleno.

El denominado modelo de "casa" describe las diferentes dimensiones que afectan a la capacidad de trabajo humana. La capacidad de trabajo es el equilibrio entre el trabajo y los recursos individuales y, además del lugar de trabajo, influyen en ese equilibrio la familia y la comunidad inmediata[1].

[1] Basado en Ilmarinen, 2006. Instituto de Salud en el Trabajo de Finlandia, El poder de la edad, diseño gráfico de Milja Ahola. Lundell y cols., 2011 (en finés).
https://osha.europa.eu/es/publications/articles/promoting-active-ageing-in-the-workplace a 22 de enero de 2014.

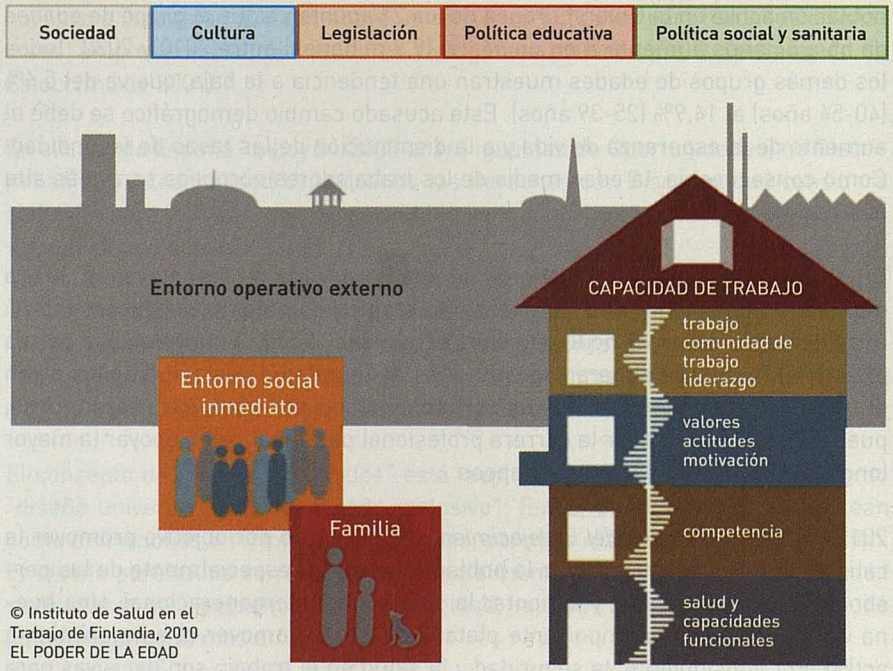


Figura 2

3. Diseño centrado en el usuario. Usabilidad

La palabra "usabilidad" es un término que no está incluido en el Diccionario de la Real Academia Española. A partir de la introducción masiva de la informática, es una palabra bastante utilizada en este campo y en el de la tecnología. Usabilidad (del inglés *usability:* facilidad en la utilización o facilidad de uso) hace referencia a la facilidad con que las personas son capaces de utilizar una determinada herramienta, máquina, equipo o, en general, cualquier producto con la finalidad de alcanzar un objetivo concreto, previsto y definido bajo determinadas condiciones.

La usabilidad tiene como objetivo crear sistemas:

a) Eficientes
b) Efectivos
c) Seguros

d) Útiles
e) Fáciles de aprender
f) Fáciles de recordar

La usabilidad es un atributo cualitativo que se refiere a la facilidad de uso de un producto o servicio.

El modelo conceptual de la usabilidad nace en el diseño centrado en el usuario y no puede considerarse completo sin incluir la idea de utilidad. En inglés, "utilidad + usabilidad" es lo que se conoce como *usefulness*.

La usabilidad también puede referirse al examen y estudio crítico y sistemático de los principios de eficacia percibida de un objeto, o sistema, encaminado a evitar el error humano.

En informática, la usabilidad se refiere a la forma en la que se diseña la interacción entre el ser humano y el *software*, tanto desde el punto de vista de la presentación visual, como en la facilidad de utilización. Podemos referirnos también a la usabilidad cuando se trata de un producto electrónico o de objetos que transmiten algún conocimiento (como por ejemplo un documento) y al diseño eficiente de sistemas mecánicos.

El grado de usabilidad de un determinado producto u objeto es una medida empírica y relativa de la usabilidad del mismo; lo cual debe medirse mediante pruebas empíricas y relativas. Decimos que es empírica porque no se basa en opiniones o sensaciones, sino en pruebas de usabilidad realizadas en laboratorio u observadas mediante trabajo de campo. Y decimos que es relativa porque el resultado no es ni bueno ni malo, sino que depende de las metas planteadas (por ejemplo, que al menos un 90% de usuarios de un determinado grupo o tipo definido puedan utilizar con éxito el producto durante un determinado tiempo sin más ayuda que la guía o las instrucciones que se le han facilitado antes de la prueba), o de un determinado producto cuando lo comparamos con otros productos o sistemas similares.

El concepto de usabilidad se refiere a una aplicación (informática) de *(software)* o un aparato *(hardware)*, aunque también puede aplicarse a cualquier sistema hecho con algún objetivo particular.

De la norma ISO 9126 (ISO/IEC 9126-1:2001 Software engineering. Product quality. Part 1: Quality model) puede extraerse como definición que usabilidad es la capacidad de un producto, servicio o sistema para ser entendido, aprendido y

utilizado por el usuario, y de ser atractivo para el mismo cuando se emplea bajo unas determinadas condiciones especificadas. También puede entenderse como la eficacia, eficiencia y satisfacción con la que un producto permite alcanzar objetivos específicos a determinados usuarios en un contexto concreto.

Es una definición centrada en el concepto de calidad en el uso, es decir, se refiere a cómo el usuario realiza tareas específicas en escenarios concretos y con efectividad.

De acuerdo con lo indicado en la norma UNE-EN ISO 8402:1995 (UNE-EN ISO 8402:1995 Gestión de la calidad y aseguramiento de la calidad. Vocabulario), el concepto de calidad abarca la totalidad de las características de una entidad que influyen en su aptitud para satisfacer las necesidades establecidas e implícitas.

Por consiguiente, nuestro producto debería cumplir con unos determinados objetivos de usabilidad y de calidad y, por tanto, se hace necesario establecer objetivos en cuanto a:

a) Funcionalidad referida a la capacidad del producto para proporcionar funciones declaradas e implícitas cuando se usa bajo condiciones específicas.

b) Fiabilidad de adecuación, o lo que es lo mismo, capacidad del producto para proporcionar un conjunto apropiado de funciones para tareas y objetivos de usuarios especificados.

c) Fiabilidad de exactitud, es decir, capacidad del producto para proporcionar los resultados o efectos correctos o acordados con el grado necesario de precisión.

d) Funcionalidad referida a la seguridad de acceso, que indicaría la capacidad del producto para proteger información y datos de manera que las personas o sistemas no autorizados no puedan leerlos o modificarlos, al tiempo que no se deniega el acceso a las personas o sistemas autorizados.

e) Usabilidad o capacidad del producto para ser entendido, aprendido, usado y ser atractivo para el usuario, cuando se usa bajo condiciones especificadas.

f) Eficiencia, es decir, la capacidad del producto para proporcionar prestaciones apropiadas relativas a la cantidad de recursos usados bajo condiciones

determinadas. Esto incluye la capacidad del producto para mantener un nivel especificado de prestaciones cuando se usa bajo condiciones definidas, así como la capacidad de proporcionar tiempos de respuesta, tiempos de proceso y potencia apropiados bajo condiciones especificadas.

g) Mantenibilidad, que se refiere a la capacidad del producto para ser reparado, modificado o actualizado. Las modificaciones podrían incluir correcciones, mejoras o adaptación del *software* a cambios en el entorno y requisitos y especificaciones funcionales.

h) Portabilidad o capacidad del producto para ser transportado sin riesgo para la salud y seguridad de las personas y del propio producto.

El diseño centrado en el usuario se refiere al proceso dirigido hacia el colectivo de personas que va a hacer uso del objeto, producto o sistema. Como señala Norman (Norman, 1983), la imagen del sistema debe guiar al usuario en la adquisición y construcción de un modelo mental ajustado al modelo conceptual creado por el diseñador. Es decir, el usuario debería comprender con exactitud lo que el diseñador ha tratado de transmitir (véase figura 3).

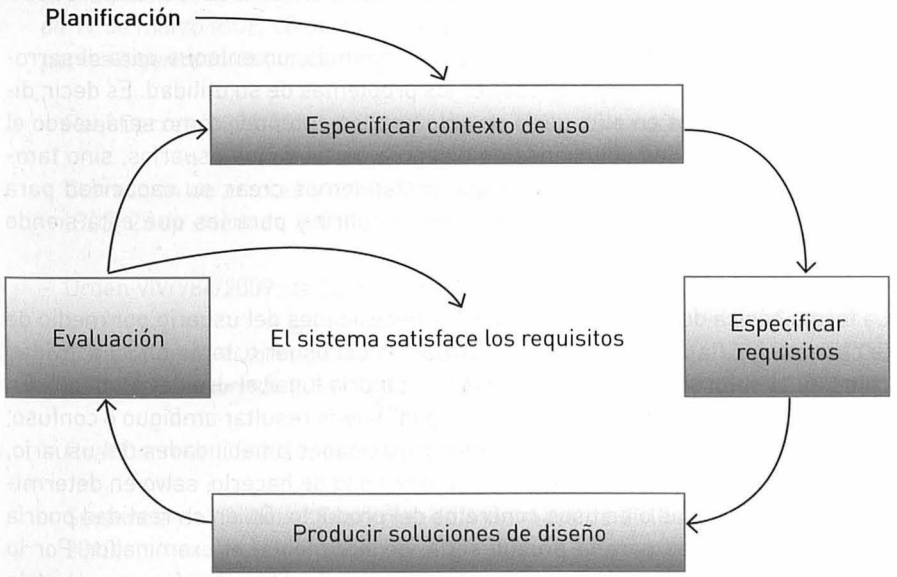


Figura 3

El diseño centrado en el usuario constituye un proceso cíclico en el que las decisiones de diseño están dirigidas por el usuario y los objetivos que pretende satisfacer el producto, y donde la usabilidad del diseño es evaluada de forma iterativa y mejorada incrementalmente. De acuerdo con la norma ISO 13407 (UNE-EN ISO 13407:2000 Procesos de diseño para sistemas interactivos centrados en el operador humano), el proceso puede dividirse en cuatro fases:

1. Entender y especificar el contexto de uso, identificando a las personas a las que va dirigido el producto (usuarios), conociendo para qué lo utilizarán y bajo qué condiciones, así como las posibles limitaciones o características de estas.

2. Especificar requisitos, identificando aquellos objetivos del usuario y del proveedor del producto que deberán satisfacerse.

3. Producir soluciones de diseño. Esta fase se puede subdividir en diferentes etapas secuenciales, desde las primeras soluciones conceptuales hasta la solución final de diseño.

4. Evaluación. Es la fase más importante del proceso, en la que se validan las soluciones de diseño (el sistema satisface los requisitos) o, por el contrario, se detectan problemas de usabilidad, normalmente a través de test con usuarios.

El diseño centrado en el usuario constituye, además, un enfoque para desarrollar la idea del producto y para resolver los problemas de su utilidad. Es decir, diseñar centrándonos en el usuario no sólo implica entender cómo será usado el producto y evaluar las soluciones de diseño a partir de los usuarios, sino también analizar el valor del producto que pretendemos crear, su capacidad para resolver las necesidades reales que viene a cubrir y para las que está siendo creado.

La forma básica de detectar y analizar las necesidades del usuario por medio de la observación, la investigación y la indagación del usuario, tanto en su actividad como en el entorno y el contexto en los que tendría lugar el uso del producto. En nuestro caso concreto, el término "necesidad" puede resultar ambiguo o confuso, ya que la necesidad principal es detectar capacidades o habilidades del usuario, pero este, en principio, no tiene ninguna necesidad de hacerlo, salvo en determinadas circunstancias o en usos concretos del producto. Quien en realidad podría tener una necesidad para la prueba sería, generalmente, el examinador. Por lo tanto, el término "necesidad" podría ser entendido de diferentes formas, dándole hasta tres sentidos diferentes: deseos, necesidades instrumentales y necesidades

fundamentales. Diseñar atendiendo a las necesidades, implica proteger a los usuarios de posibles daños, frustraciones y confusiones.

La relación entre necesidades y producto es, no obstante, más compleja que lo expuesto. Hay ocasiones en las que el diseño no cumple la función de resolver necesidades, sino de generar e impulsar nuevas necesidades. En otras ocasiones, el diseñador "impregnará" de unos objetivos al producto orientándolo hacia unas necesidades específicas, pero el usuario terminará usándolo intentando satisfacer necesidades no contempladas en el diseño.

4. Normativa nacional

- Real Decreto Legislativo 1/2013, de 29 de noviembre, por el que se aprueba el Texto Refundido de la Ley General de Derechos de las Personas con Discapacidad y de su Inclusión Social (*BOE* n.º 289, de 3 de diciembre de 2013).

- Código Técnico de la Edificación, Documento Básico de Seguridad de Utilización y Accesibilidad (DB-SUA-9).

  El articulado de este documento básico fue aprobado por el Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo (*BOE*, 28 de marzo de 2006) y posteriormente ha sido modificado por las siguientes disposiciones:

  - Real Decreto 1371/2007, de 19 de octubre (*BOE*, 23 de octubre de 2007).

  - Corrección de errores y erratas del Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo (*BOE*, 25 de enero de 2008).

  - Orden VIV/984/2009, de 15 de abril (*BOE*, 23 de abril de 2009).

  - Corrección de errores y erratas de la orden VIV/984/2009, de 15 de abril (*BOE*, 23 de septiembre de 2009).

  - Real Decreto 173/2010, de 19 de febrero (*BOE*, 11 de marzo de 2010).

  - Sentencia del Tribunal Supremo, de 4 de mayo de 2010 (*BOE*, 30 de julio de 2010).

5. Bibliografía

Álvarez, J., Pardos, M., Hueso, R. *Manual de ergonomía y psicosociología*. Madrid. Fundación Mapfre, 2012.

Bascuas, H. J., Álvarez, J. M. *Ergonomía. 20 preguntas básicas para aplicar la ergonomía a la empresa*. Madrid. Fundación Mapfre, 2012.

Cortés, L. L. H., Casallas, J. A. F. "Metodología de evaluación de usabilidad de interfaces humano-máquina". *Revista Tecnura*, 2014: 103-114.

Lillo, J., Moreira, H. "Envejecimiento y diseño universal". *Anuario de Psicología*, 35(2004): 493-506.

4.8. SEGURIDAD VIAL Y MOVILIDAD

Gabriel Rodríguez del Río
Director del área de Seguridad en el
Trabajo de la Sociedad de Prevención de FREMAP

Resumen

El objeto de este capítulo es analizar el tratamiento que desde el ámbito laboral se le está dando a la seguridad vial, realizando una propuesta de contenidos que ayuden a las empresas a minimizar los aspectos críticos que motivan los accidentes de tráfico.

1. Introducción

En el año 1995 se publicó la Ley de Prevención de Riesgos Laborales en España, en esta ley se definen unas obligaciones para los empresarios tales como evaluar los riesgos que tienen los trabajadores en el desempeño de sus funciones, impartir formación para minimizar dichos riesgos e investigar todos los accidentes de trabajo con el objeto de evitar que se repitan.

Dentro de estas obligaciones de los empresarios, debe considerarse el accidente de tráfico laboral, y se deben evaluar los riesgos teniendo en cuenta la organización de la empresa, que afecta al factor humano y del entorno, así como la evaluación de los vehículos como equipos de trabajo y su correcto mantenimiento.

En la práctica observamos que las empresas sí recogen el riesgo de accidente de tráfico en las evaluaciones, pero sólo en aquellos puestos que para su desempeño requieren desplazarse dentro de la jornada laboral, omitiéndolo en aquellos otros donde el vehículo sólo lo utilizan para los desplazamientos al ir o volver del trabajo (desplazamientos *in itinere*).

Con respecto al accidente de tráfico al ir y volver del trabajo, no suele considerarse hasta la fecha en las evaluaciones de riesgo. Con independencia de la obligación legal del empresario, hacer prevención del accidente *in itinere* es una de las actuaciones más rentables para la empresa y para la sociedad en general. Si vemos los informes de accidentabilidad en el trabajo en la última década vemos que el 71,4% de los accidentes de tráfico laborales son al ir o volver del trabajo, por lo que omitirlos supone dejar de actuar sobre el foco principal del problema.

Cuando la prevención ha fallado y se produce el accidente, pasa a ser un aspecto fundamental el análisis de lo ocurrido, con el único fin de evitar que se repita el accidente. Si nos centramos en las causas más habituales, estas son las distracciones. Es necesario analizar en qué contexto se ha producido el accidente, de forma que podamos determinar si el trabajador realizaba las pausas recomendables, si estas están establecidas en la empresa, si las exigencias del trabajo le permitía realizar estas pausas, si la empresa fomenta que se realicen, o si por el contrario envía mensajes contrapuestos como establecer incentivos que sólo se pueden cumplir eludiendo las normas de seguridad vial. En definitiva, reflexionar sobre aspectos organizacionales de la empresa que influyen de forma decisiva en los accidentes de tráfico.

2. Planes de movilidad y seguridad vial en las empresas

El Plan Movilidad Vial dentro del marco del Plan de Prevención de Riesgos Laborales se constituye con el objetivo de minimizar el riesgo de accidentes laborales *in misión* e *in itinere*. A estos efectos, desarrolla las acciones y criterios de actuación para la mejora integral de la seguridad en todos los modos de transporte, aumentando la protección de las personas y los bienes.

Existen numerosas guías y estudios que establecen criterios para realizar un plan de movilidad y seguridad vial en las empresas; no obstante, todas ellas se basan en la valoración de tres factores sobre los que puede actuar la empresa para gestionar correctamente la actuación:

1. Factor humano
2. Factor entorno
3. Factor vehículo

2.1. Factor humano

Aunque es un factor concurrente en el 90% de accidentes de tráfico con víctimas, según la DGT, a menudo forman un riesgo no percibido. Puede parecer que las distracciones como tales no pueden evitarse, pero lo cierto es que se pueden aplicar una serie de estrategias para minimizarlas tales como impartir las siguientes instrucciones a los trabajadores:

- Regular la temperatura y la ventilación en el interior del vehículo y sentirse cómodo. La no adecuación de las condiciones ambientales puede aumentar el riesgo de fatiga y somnolencia en la conducción.

- En la utilización de los aparatos de música se recomienda presintonizar las emisoras de radio con las teclas de selección rápidas antes de iniciar la marcha. Si circula solo, manipular el equipo de música cuando el vehículo esté parado, y si circula acompañado, dejar a otro pasajero la manipulación del equipo de música durante la marcha, manteniendo siempre el volumen del aparato en niveles bajos o moderados.

- En el uso del navegador se debe introducir siempre los datos con el vehículo parado; es preferible que el navegador incorpore un mecanismo que impida introducir datos cuando el coche está en marcha. Se debe tratar de recibir instrucciones vía voz, la pantalla estará en un lugar de fácil acceso para la vista y que no suponga tener que desviarla de la carretera, la vista sobre la carretera tiene que quedar libre, el soporte del navegador no debe quedar cerca del volante, ni tampoco de la palanca de cambio. Hay que dejar libres los espacios del airbag y nunca consultar mapas de papel ni guías o atlas de carreteras en plena conducción.

- No ingerir comidas copiosas o ricas en grasas antes del viaje.

- Vigilar los efectos secundarios de los medicamentos que se hayan tomado.

- Descansar si se está física o mentalmente agotado.

- Acordar la realización de turnos al volante si fuera posible.

- Transportar paquetes o bolsas en el maletero, en caso de llevarlos en el interior del vehículo, deben ir en el suelo, bien encajados y que no puedan moverse.

- Preparar antes del viaje para tener a mano gafas de sol, pañuelos, tarjetas de crédito, monedas y cualquier otro objeto que sea necesario utilizar.

- Si siente somnolencia, parar lo antes posible en un lugar seguro y que no entorpezca la circulación, y dormir unos minutos.

- Realizar paradas con frecuencia, no conduciendo más de dos horas seguidas, parar a descansar, hidratarse y tonificar los músculos (andar, realizar estiramientos del cuello, hombros, brazos, espalda y piernas).

- Recordar que las comidas durante el trayecto han de ser ligeras y sin alcohol.

- Evitar pensar en trabajos pendientes, en problemas familiares o en cualquier otro tema que pueda absorber la atención y desviarla de la tarea de conducir.

- No fumar en el interior del vehículo.

- Llevar las ventanillas cerradas para impedir la entrada de insectos.

- Esperar a las paradas de descanso para comer o beber; nunca hacerlo al volante.

- Utilizar sistemas automáticos (climatizador, limpiaparabrisas, encendido de luces...).

- El uso de teléfonos móviles es uno de los elementos que más distracciones provoca, existen diversos estudios que confirman que conducir y hablar por teléfono al mismo tiempo aumenta notablemente las probabilidades de sufrir un accidente, incluso con dispositivos de "manos libres", debido a la disminución del grado de atención sobre las vías y la señalización. Por lo que se debe prohibir el uso del teléfono móvil cuando se conduce y restringir el uso de los "manos libres" a las situaciones estrictamente necesarias, procurando limitar la duración de las conversaciones por este medio.

El consumo de alcohol y drogas afecta de manera muy importante a las capacidades psicofísicas necesarias para desarrollar las tareas de conducción de manera segura.

Un debate muy recurrente en el ámbito de la prevención de riesgos laborales es la obligación y capacidad que tienen los empresarios para controlar el consumo de alcohol y drogas de sus trabajadores. En este sentido, es clarificador lo comentado recientemente por la Inspección de Trabajo en una guía donde se dan criterios al respecto, y donde sobre este tema se indica literalmente:

"1. Con carácter general, no existe fundamento normativo claro que permita exigir al empresario la realización de pruebas dirigidas a controlar el consumo de los trabajadores-conductores de dichas sustancias o productos, estando como está limitada la intromisión en la intimidad de los trabajadores, tanto legalmente como en la doctrina jurisprudencial, salvo las excepciones que se señalan a continuación.

2. Dicha obligación empresarial sí podrá ser exigida por el inspector actuante en los siguientes supuestos:

   a) Cuando así se establezca en un convenio colectivo que sea de aplicación a la empresa.

   b) Cuando en el contrato de trabajo el trabajador acepte la realización de pruebas o controles del consumo de dichas sustancias o productos.

   c) Cuando lo contemple la planificación de la actividad preventiva de la empresa, formando parte de la vigilancia de la salud, cuando esta se considere necesaria en virtud de los resultados de la evaluación de riesgos laborales, sea la inicial, periódica o la realizada tras la existencia de un incidente o un accidente de trabajo. En todo caso, si del resultado de la investigación de un accidente de tráfico o de la actuación preventiva de los cuerpos policiales se desprende que un trabajador conducía habiendo consumido dichas sustancias, consideramos que tal circunstancia justificaría la exigencia del empresario al trabajador que se someta a las pruebas necesarias para comprobar con posterioridad que no se repite la situación.

3. Además de los casos anteriores, aunque no se hayan producido incidentes o accidentes de trabajo, el empresario debe impedir el desarrollo de la actividad al trabajador, y le puede exigir la realización de pruebas que permitan verificar su aptitud psicofísica para la conducción de un vehículo, cuando sea manifiesto, esto es, visible, ostensible o notorio que existen alteraciones de la conducta debido a que se ha producido el consumo de alcohol u otras sustancias como las señaladas."

2.2. Factor entorno

La vía es el tercer factor multicausal de los accidentes sobre el que la empresa puede y debe actuar. Una mala señalización, un asfaltado deteriorado o la existencia de condiciones climáticas adversas deben tenerse en cuenta a la hora de realizar actuaciones preventivas en la empresa.

2.2.1. Estado de la vía

La empresa, en ocasiones, se ve impotente o no sabe cómo actuar ante situaciones de riesgo existentes en la vía pública. En un estudio realizado por el RACC y la Sociedad de Prevención de Fremap se efectuó una consulta sobre las posibles actuaciones que llevaría a cabo la empresa ante un riesgo evidente en las vías y entorno del centro de trabajo; el 26% de las empresas indican iniciar actuaciones de comunicación externa para solventar el problema, mientras que el 45% restringe la comunicación de forma interna informando a sus propios trabajadores sobre la existencia del riesgo. El resto de las empresas o no lo consideraban como un riesgo propio del centro de trabajo o no sabían cómo debían actuar.

2.2.2. Planificación de rutas

La planificación de rutas es otro aspecto susceptible de actuación para evitar los "puntos negros" y "tramos de concentración de accidentes" (TCA), así como para eludir carreteras afectadas por inclemencias meteorológicas u organizar el trabajo para intentar evitar horas del día con mayor densidad de tráfico o condiciones de iluminación o temperatura adversas. Por ejemplo, parece lógico planificar el horario de una ruta de entregas en una zona en la que se prevé presencia de nieve o hielo en horas centrales del día, donde la temperatura es más favorable ante esta inclemencia.

2.3. Factor vehículo

Siguiendo el texto establecido en la Guía para las Actuaciones de la Inspección de Trabajo en materia de Seguridad Vial en las Empresas, se considera al vehículo, independientemente de sus características y de su titularidad, como equipo de trabajo, y como tal, es de aplicación la normativa vigente en relación con equipos de trabajo, estableciendo obligaciones y deberes al empresario usuario del vehículo.

La propia guía establece que "al efecto de esta obligación, es intrascendente la titularidad del vehículo, siempre y cuando se ponga al servicio de la actividad productiva empresarial".

3. Planes de formación en seguridad vial

La acciones preventivas orientadas a influir sobre el factor humano/conductor pasan por realizar unas campañas informativas de sensibilización y un plan de formación con cursos teóricos y prácticos adaptados a las necesidades de la empresa.

Esta formación supone un complemento y una actualización formativa necesaria para todos los conductores. La experiencia nos dice que cuando una persona obtiene el carnet de conducir, la formación recibida tiene el objetivo de conseguir en el menor número de clases posibles que el conductor consiga tener un dominio del vehículo y un conocimiento de las normas de circulación suficiente para poder superar un examen. Las situaciones de emergencia y las reacciones ante estas solo son comentadas en la teoría, pero no hay una experiencia real que sí se consigue con los cursos prácticos de conducción segura.

De la misma forma, las personas que obtuvieron el carnet de conducir hace muchos años necesitan una actualización en referencia a las mejoras de seguridad incluidas en los vehículos, así como la actualización normativa.

Destacamos cuatro aspectos fundamentales que deberán considerarse en las formaciones prácticas de seguridad vial:

3.1. El manejo del volante

El manejo del volante y la posición de las manos es muy importante para una conducción segura. Cuando circulemos en línea recta o tracemos curvas rápidas y amplias, debemos colocar las manos en una posición que oscila entre las "dos menos diez" y las "tres menos cuarto" del reloj. Gracias a esto conseguiremos mayor aplomo de nuestro vehículo en cualquier tipo de vías y mayor precisión en el trazado de curvas. En el caso de curvas más cerradas, deberemos anticiparnos colocando la mano del lado de la curva en la parte superior del volante. Así iniciaremos el giro tirando con esa mano. Al enderezar deberemos terminar con las manos nuevamente en la posición inicial, gracias a esto conseguiremos mayor

soltura en los giros y estaremos preparados ante imprevistos. Por último, si el giro es muy cerrado, deberemos cruzar las manos para que este sea rápido y preciso, emplearemos toda la mitad superior del volante intentando hacer movimientos lo más amplios posibles y nunca meteremos las manos por el interior del volante. El volante debe llegar de extremo a extremo de su recorrido lo más rápido posible; para ello utilizaremos las manos desde lo más "lejos" posible hasta el final del recorrido, alternándolas como si se tratara de una carrera de relevos.

El problema, si existe, ha de estar entre la rueda y el suelo, NO entre nuestras manos y el volante.

3.2. La frenada

La distancia de frenada es el resultado de la suma del tiempo de reacción y la distancia de parada. Estos dos factores pueden variar en función del estado del conductor, del vehículo y de la carretera. Es importante diferenciar lo que es una frenada normal de una frenada de emergencia.

Una frenada normal es aquella en la que el conductor decide cómo y cuándo quiere frenar y además dispone de espacio y tiempo suficiente. En una frenada de este tipo sólo se pisa el pedal de freno y se emplea una intensidad acorde con nuestro estilo de conducción en cada momento. El embrague se pisa justo cuando el coche está a punto de pararse para que el motor no se cale. En este tipo de frenadas no hay diferencias entre un coche con o sin ABS, ya que no deberíamos llegar a frenar tan fuerte como para activarlo o bloquear las ruedas si no disponemos de él.

Por otra parte, *una frenada de emergencia* es aquella en la que algo obliga a frenar al conductor cuando no está "preparado" para ello. En este caso, lo más probable es que aplique demasiada presión sobre el freno y aquí aparecen las diferencias entre un coche con ABS y otro sin este sistema. Tanto con ABS como sin él, en una frenada de emergencia debemos pisar el embrague al mismo tiempo que el freno mientras dure la frenada.

Con ABS debemos aplicar la máxima presión, cuanto más fuerte frene, antes se parará el coche. No debemos asustarnos ante movimientos y ruidos raros en el pedal, y tendremos que continuar frenando a fondo mientras dure la situación de emergencia. El ABS permite maniobrar con el volante de forma suave aunque se esté frenando a fondo.

Sin ABS la situación es mucho más delicada. Si frenamos a fondo, se bloquearán las ruedas y el coche dejará de obedecer a la dirección, por lo que, aunque gire el volante para evitar un posible obstáculo, el coche seguirá recto contra él. En el momento en que quiera que el coche gire, se deberá soltar el freno por completo, girar suavemente el volante y volver a frenar a fondo una vez que haya esquivado el obstáculo. Se trata de una maniobra compleja.

3.3. La pérdida de control del vehículo

Las pérdidas de control o derrapajes son una de las situaciones más delicadas en la conducción y que en caso de accidente provocan las lesiones más graves. Lo ideal sería que no ocurrieran, y para ello debemos intentar hacer bien nuestro "trabajo", es decir, ir bien sentados, manejar correctamente los mandos, volante y pedales, y trazar adecuadamente las curvas; pero si aun así sucede un derrapaje, lo primero es identificar si son las ruedas delanteras o las traseras las que están patinando. En el primer caso, hablaremos de subviraje (el coche sigue recto en una curva), y en el segundo, de sobreviraje (el coche gira demasiado).

Subviraje. Para corregirlo debemos cargar peso sobre las ruedas delanteras para que recuperen la adherencia. Tenemos dos maneras de hacerlo: dejando de acelerar o pisando el freno (mucho cuidado si no tenemos ABS). Es muy importante en estos casos vencer al instinto de girar demasiado volante, lo que sólo ayudaría a que el coche siguiera deslizando.

Sobreviraje. En este caso quitaremos el pie del acelerador al mismo tiempo que hacemos contravolante, esto es, que giramos las ruedas delanteras hacia el lugar a donde queremos llevar el coche. Igual de importante que hacer contravolante es deshacerlo a tiempo para evitar rebotes. Tanto si sufrimos un sobreviraje como un subviraje, jamás debemos acelerar.

3.4. El trazado de curvas

La mayoría de los conductores tiene dudas de cómo deben tomar una curva o les cuesta hacerlo. Los pasos a seguir para trazar una curva son:

Adecuar nuestra velocidad para iniciar la entrada en la curva con seguridad (frenar y luego reducir la marcha si es necesario). Iniciar el giro dirigiéndonos tranquilamente hacia el interior siempre que podamos ver el final de la curva. Si esto

no fuera posible por tratarse de una curva más cerrada o por la existencia de árboles, etc., deberemos mantenernos en el exterior de la curva hasta que veamos el final, y así dirigirnos hacia el interior. En este recorrido mantendremos la velocidad constante (es fundamental recordar la posición correcta de las manos). Aceleraremos una vez negociada la curva totalmente. No hemos de precipitarnos; en caso de duda, deberemos esperar un poco más antes de acelerar.

Todos estos pasos son sencillos de realizar si conseguimos lo más difícil: mirar lejos. No olvidemos que el mejor momento para comenzar a acelerar será cuando podamos empezar a enderezar la dirección.

Si tenemos que reducir alguna marcha, hay que hacerlo antes de entrar en la curva, y si queremos subir alguna marcha, hay que esperar a salir de la curva. No efectúe el cambio de marcha ni pise el embrague en pleno trazado del giro. Otro aspecto que debe tener en cuenta es el estado de la carretera, preste especial precaución si el asfalto está mojado, hay grava o presenta irregularidades.

Por último, quiero indicar que aunque todas las referencias del presente capítulo van ligadas al mundo de la empresa, el concepto de seguridad vial es indivisible, como lo es la persona; trabajador y ciudadano es uno, y la prevención debe ser única y coordinada. Las actuaciones preventivas que hemos propuesto sobre el trabajador indudablemente le serán útiles en sus desplazamientos de vacaciones o de fin de semana, de la misma forma que las campañas que realiza la Dirección General de Tráfico dirigida a los ciudadanos tendrá un beneficio en la reducción de accidentes laborales.

4. Bibliografía

Estudio de seguridad vial en el ámbito laboral. Sociedad de Prevención de Fremap y RACC, 2012.

Guía para las actuaciones de la Inspección de Trabajo en materia de seguridad vial en las empresas. Madrid. INSHT, 2011.

Manual de técnicas de conducción segura. Sociedad de Prevención de Fremap y RACC, 2008.

5

LOS FACTORES PSICOSOCIALES EN EL TRABAJO

es donde explícitamente se hace mención a la formación necesaria en ergonomía y factores psicosociales; y el artículo 34 establece cuatro especialidades, una de ellas es ergonomía y psicosociología aplicada, reconociendo así los factores psicosociales como factores de riesgo para la salud del trabajador.

La Ley 31/1995 de Prevención de Riesgos Laborales establece en su artículo 18 la obligación del empresario de informar a sus trabajadores sobre los riesgos que puedan afectar a su salud y las medidas preventivas que deben aplicar para evitarlas. Esta ley establece que: se entenderá por "condición de trabajo" cualquier característica que pueda tener una influencia significativa en la generación de riesgos para la seguridad y la salud del trabajador.

Quedan específicamente contempladas en esta definición todas aquellas características del trabajo, incluidas las relativas a su organización y ordenación del tiempo de trabajo, que influyan en la magnitud de los riesgos a que esté expuesto el trabajador.

En la actualidad, se han producido una serie de cambios económicos, sociales y organizacionales, apareciendo un entorno empresarial cambiante, dinámico, afectado por la crisis a nivel mundial y por la globalización económica. Estos cambios y la conceptualización de la salud como un "estado de bienestar físico, mental y social completo y no meramente como la ausencia de enfermedad" (OMS) han contribuido a que los factores de riesgo psicosocial cobren una importancia creciente en el mundo de la prevención de riesgos laborales.

Los factores psicosociales pueden definirse como aquellas condiciones que se encuentran presentes en una situación laboral y que están directamente relacionadas con la organización, el contenido del trabajo y la realización de la tarea, y que tienen capacidad para afectar tanto al bienestar o a la salud (física, psíquica o social) del trabajador como al desarrollo del trabajo (INSHT).

Siguiendo una clasificación del Instituto Navarro de Salud Laboral, los riesgos psicosociales incluyen:

a) Características de la tarea:

   Cantidad de trabajo, desarrollo de aptitudes, sencillez/complejidad, monotonía/repetitividad, automatización, ritmo de trabajo, precisión, responsabilidad, iniciativa/autonomía, formación requerida, aprendizaje de la tarea, prestigio social de la tarea en la empresa.

b) Estructura de la organización:

   Definición de competencias, estructura jerárquica, canales de comunicación e información, relaciones personales, desarrollo profesional, ayudas sociales, estilo de mando.

c) Características del empleo:

   Diseño del lugar de trabajo, salario, estabilidad en el empleo, condiciones físicas del trabajo.

d) Características de la empresa:

   Tamaño, actividad de la empresa, ubicación, imagen social.

e) Organización del tiempo de trabajo:

   Duración y tipo de jornada, pausas de trabajo, trabajo en festivos, trabajo a turnos y nocturno.

El Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT), entre los principales factores de riesgo psicosocial, menciona:

a) El estrés.
b) La violencia en el trabajo.
c) El acoso laboral y el acoso sexual.
d) La inseguridad contractual.
e) El *burnout* o desgaste profesional.
f) Los conflictos familia-trabajo.
g) El trabajo emocional.

Los factores psicosociales como tales pueden ser positivos o negativos. Hay factores psicosociales inherentes a cualquier tipo de organización y tienen que ver con la cultura empresarial, la organización del trabajo y el estilo de gestión. Una organización en donde estén abiertos y accesibles todos los canales de comunicación, disponga de un liderazgo que facilite la participación y el desarrollo tanto personal como profesional y favorezca un clima laboral de apoyo y cohesión está facilitando un ambiente psicosocial adecuado y, por tanto, contribuyendo a la salud de las personas.

Los factores psicosociales pueden constituir un riesgo laboral. Cuando en una organización están presentes factores disfuncionales, estos pueden dar lugar a fatiga mental, falta de productividad, situaciones de estrés, etc.

La violencia en el trabajo, el acoso laboral o sexual u otros factores de riesgo no dependen directamente de los factores psicosociales de riesgo, sino que constituyen situaciones críticas que pueden estar asociadas a ellos. Por su propia naturaleza, los riesgos psicosociales podrán producir situaciones de estrés agudo o crónico, lo que repercute directamente sobre la seguridad y salud de los trabajadores, afectando de forma directa a los mecanismos adaptativos.

2. Consecuencias y efectos sobre la salud

Los factores psicosociales pueden influir adversamente sobre la salud física y mental de las personas. Algunas de sus consecuencias directas pueden ser el estrés, las adicciones o los trastornos psicosomáticos.

Entre los efectos perjudiciales para las empresas pueden mencionarse la insatisfacción laboral, una menor implicación en las tareas o conductas contraproducentes. También pueden encontrarse una mayor rotación del personal, disminución de la calidad, aumento del absentismo, costes económicos de los accidentes, pérdidas materiales, falta de productividad, etc.

Por tanto, una buena gestión de los riesgos psicosociales será fundamental para el desarrollo de la empresa y para la salud de los trabajadores.

3. Bibliografía

Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales. *BOE*, nº 269, de 10 de noviembre de 1995. Última modificación: 28 de septiembre de 2013.

http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/PUBLICACIONES%20PROFESIONALES/factores%20riesgos%20psico.pdfhttp://www.insht.es/portal/site/PromocionSalud.

https://www.navarra.es/NR/rdonlyres/85A8B216-6068-459B-A6F9-E9A3D101AEDA/146996/RiesgosPsicoDefinicion.pdf.

Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, del INSHT. *BOE*, 31 de enero de 1997.

5.2. EL ESTRÉS

José Manuel Álvarez Zárate
Ingeniero. Instituto de Ergonomía

Resumen

Es importante gestionar el estrés en el trabajo para poder evitar los problemas de salud asociados. Según datos de la UE (OSHA Europa), aproximadamente unas dos terceras partes de los trabajadores están expuestos a factores de riesgo psicosocial que pueden provocar estos problemas. El estrés afecta tanto sobre la productividad como sobre la salud de las personas, por lo que debe ser tratado en profundidad.

Uno de los pilares de una empresa saludable deber ser la gestión y el control de los riesgos psicosociales y uno de sus objetivos debería ser crear un ambiente física y psicológicamente saludable que fomente el bienestar personal y social, creando un clima de trabajo favorable y disponiendo de las herramientas de gestión necesarias para abordar esta problemática.

1. Introducción

El estrés aparece cuando alguien no se siente o no es capaz de afrontar por sus propios medios determinadas situaciones a las que está expuesto. Las personas experimentarán estrés laboral siempre que se presente un desequilibrio entre las exigencias de las tareas o la situación que debe afrontar, tanto en el trabajo como en su vida personal y familiar, y los recursos físicos y psicológicos de los que dispongan para hacer frente a estas exigencias.

Cuando se habla de recursos, estos pueden tratarse simplemente de tiempo disponible y adecuado o de disponer de las competencias cognitivas y emocionales necesarias para hacer frente a las tareas encomendadas o a los problemas a los

que se enfrentan los individuos. Aunque el estrés es una manifestación psicológica, también puede afectar a la salud física de los trabajadores.

El ambiente de trabajo y el clima psicosocial pueden influir de forma significativa sobre la salud y la productividad, tanto de forma positiva como negativa. Un adecuado clima laboral puede contribuir a un adecuado desarrollo personal y social, así como para la mejora de las habilidades personales (Declaración de Luxemburgo). Un clima laboral adverso puede ocasionar enfermedades crónicas y pérdida de productividad.

El lugar de trabajo es un escenario idóneo para el desarrollo de actividades de promoción, ya que se cuenta con las estructuras necesarias y porque ofrece un potencial enorme para llegar a un gran número de personas y dar información y asistencia para mejorar su salud y bienestar.

En ocasiones, cuando se habla de estrés se hace referencia a las exigencias y desafíos a los que se enfrentan las personas, cuando en realidad eso es a lo que se llama presión o carga de trabajo. El estrés no es lo mismo que la presión a la que estamos sometidos en determinadas situaciones o momentos, ya que esto es habitual en la vida de las personas. La presión puede deberse a diversas circunstancias, tanto en el trabajo como en la vida personal y familiar, y puede adoptar diferentes formas. Puede ser una presión autoimpuesta (por ejemplo, terminar un trabajo lo antes posible) o externa (por ejemplo, plazos establecidos por otras personas).

El nivel adecuado de exigencia varía en función de las personas y también en función de la naturaleza del trabajo. En general, todos los individuos necesitan una cierta presión para desarrollar adecuadamente sus actividades, pero no todas las personas soportan de la misma forma determinada presión.

Además de hacer un diseño organizacional adecuado para cada empresa, el desarrollo de las habilidades necesarias para gestionar el estrés será uno de los objetivos básicos en cualquier programa de mejora en el marco de una organización saludable.

Otro objetivo importante en el marco de una empresa promotora de la salud será establecer los mecanismos necesarios para detectar aspectos de mejora, así como para detectar y prevenir aquellas situaciones problemáticas que puedan influir adversamente en el clima psicosocial de la organización. Por lo tanto, la organización deberá definir las herramientas y los mecanismos adecuados con

objeto de detectar y prevenir los riesgos psicosociales e implantar los canales apropiados de comunicación y gestión.

Para no cometer errores, es necesario discriminar los comportamientos recibidos por parte de clientes, pacientes, alumnos, proveedores, etc., es decir, por parte de personas ajenas a la organización, de aquellos recibidos por parte de personal de la propia organización. En el primer caso, se trata de tomar acciones que tienen que ver con la prevención de riesgos laborales, mientras que en el segundo, con la gestión de personas.

También es imprescindible saber discriminar entre las conductas de acoso de aquellas situaciones que pueden generar conflictos, discrepancias o discusiones en relación con cuestiones relacionadas con el trabajo, la política, el deporte, etc., aunque puedan resultar problemáticas y sea necesario tomar acciones que solucionen la situación de conflicto creada.

2. Significado del estrés y factores relacionados

La Unión Europea define el estrés relacionado con el trabajo como el conjunto de reacciones emocionales, cognitivas, fisiológicas y del comportamiento a ciertos aspectos adversos o nocivos del contenido, la organización o el entorno de trabajo. Es un estado que se caracteriza por altos niveles de excitación y angustia, con frecuente sensación de no poder hacer frente a la situación.

Estrés es una de esas palabras que todos utilizamos, pero a la que a menudo dotamos de distintos significados. El estrés aparece cuando se experimenta un desequilibrio entre la percepción que una persona tiene acerca de los acontecimientos que le impone su entorno y la percepción de sus propios recursos para enfrentarse a esas situaciones. Aunque el proceso de evaluación recursos-demandas sea de orden psicológico, los efectos del estrés no son únicamente de naturaleza psicológica. El estrés afecta igualmente a la salud física, el bienestar y la productividad.

Cada individuo puede reaccionar de manera distinta a una determinada demanda física, cognitiva o emocional o a una situación estresante. La reacción dependerá de la forma en la que percibimos las demandas y de los recursos y disposición para hacerle frente.

Existen tres aspectos importantes a tener en cuenta para abordar el tema:

- Los factores causantes; es decir, las situaciones de trabajo que pueden provocar estrés.
- La persona.
- Las consecuencias (sobre el comportamiento, la salud o la productividad).

Entre los factores relacionados con el trabajo encontramos:

- Exigencias cuantitativas de la tarea (carga de trabajo, rendimiento, presión de tiempo, exagerado volumen de información, etc.).
- Exigencias cualitativas (nivel de responsabilidad –sobre personas, dinero, instalaciones, etc.–, calidad, precisión, atención o concentración, etc.).
- Características de la tarea (repetitividad o monotonía, por ejemplo).

Existen otros factores ligados a la organización del trabajo:

- Falta de control sobre la organización del trabajo.
- Falta de definición o delimitación en las tareas asignadas.
- Falta de definición clara de objetivos o de lo que la organización espera de una persona.
- Ambigüedad de roles.
- Exigencias en ocasiones contradictorias, como por ejemplo hacer algo rápido y bien o satisfacer al cliente y ganar dinero.
- Horarios de trabajo incompatibles con la vida personal y familiar y con el ritmo circadiano.
- Polivalencia.
- Inestabilidad en el empleo.

También encontraremos otros factores importantes a considerar en las relaciones con el puesto de trabajo:

- Falta de apoyo por parte de compañeros, subordinados o superiores jerárquicos.
- Dirección por participativa, autoritaria, deficiente, etc.
- Falta de reconocimiento al trabajo realizado o al cumplimiento de los objetivos conseguidos.
- Impacto de las nuevas tecnologías de la información y comunicación (tecnoestrés).
- Diseño ergonómico del sistema laboral, incluidos los factores ambientales.
- Estatus social.
- Estado económico de la empresa (incertidumbre e inseguridad laboral).

A continuación, explicaremos a qué nos referimos cuando hablamos de estrés y cómo encaja esta definición con el uso que se hace de este término.

Ciertos individuos manifiestan estar expuestas al estrés, asimilándolo a algún tipo de carga o exigencia. Otros entienden el estrés como si se tratase de una enfermedad o de una respuesta a esas exigencias, a las que podríamos denominar "factores de estrés". Ninguna de estas percepciones es errónea, simplemente son diferentes.

Cuando una persona se enfrenta a una exigencia física, su cuerpo responde. Si tiene que darse prisa para coger un medio de transporte, su ritmo cardiaco y su presión sanguínea aumentan. Si además es un día de mucho calor, entran en acción los mecanismos de termorregulación del organismo. Otra respuesta menos manifiesta será la liberación de mensajeros químicos (hormonas) en la sangre. Esta respuesta tiene su origen en los tiempos en los que era más probable tener que huir de un animal peligroso que correr para subirse a un tren. Si se enfrenta a exigencias de tipo cognitivas, como tener que realizar un informe en un tiempo escaso, también se producirá una respuesta del organismo, que los fisiólogos denominan "activación".

Cuando se trata de un desafío de tipo mental, no necesariamente se produce una actividad física. Algunas personas se refieren a esta respuesta como "estrés" o "reacción al estrés". Nuevamente, esta denominación no es errónea, solamente diferente. Pero está demostrado que se trata tan sólo de una respuesta natural a las exigencias a las que nuestro organismo se ve sometido.

La activación se produce como una respuesta a cualquier exigencia, tanto si podemos hacerle frente como si no. Esto no es lo mismo que el "estrés". El "estrés" se produce cuando estas exigencias son excesivas y resulta difícil o imposible hacerles frente.

3. Cómo controlar el estrés en una organización

Una vez definido lo que interpretamos sobre el estrés y descritos los principales factores de riesgo, es necesario comentar algunos aspectos a tener en consideración dentro de la organización para poder crear un clima compatible con el concepto de empresa promotora de la salud.

No siempre resulta sencillo controlar las condiciones de salud y seguridad y, en el caso de los factores psicosociales, puede complicarse más la situación.

Aunque se pueden iniciar acciones y establecer programas de actuación en materia de riesgos psicosociales, es evidente que los esfuerzos de la organización se podrán encausar mejor si se conoce la situación de partida.

La situación de partida podrá conocerse o al menos intuirse cuando se cuenta con una adecuada evaluación de los riesgos psicosociales (exigencia legal en determinados países) y/o con un estudio de clima laboral. Estos estudios no deberían ser mutuamente excluyentes sino complementarios y los resultados obtenidos deberían servir para establecer los programas o acciones de control necesarias, fijar objetivos y controlar su cumplimiento, midiendo periódicamente la situación para comprobar que se mantiene en los términos que consideremos aceptables o convenientes.

Los estudios psicosociales y los de clima laboral son una herramienta esencial para el establecimiento de objetivos y programas, y constituyen un excelente canal de comunicación y participación de los trabajadores.

También resulta fundamental conocer con la mayor exactitud posible las exigencias y demandas de las tareas, los objetivos fijados en relación con la calidad y la productividad o con los costes, la organización del trabajo, la estructura salarial (pago por productividad, incentivos, etc.), las funciones y responsabilidades, etc.

Este es el campo propicio para la psicología industrial organizacional, que es una disciplina científica social cuyo objeto de estudio lo constituye el comportamiento humano en el ámbito de las organizaciones empresariales y sociales. Por psicología industrial organizacional debe entenderse la aplicación de los conocimientos y prácticas psicológicas aplicadas a las organizaciones, con objeto de comprender científicamente el comportamiento humano en situación de trabajo, así como el empleo de la persona para que realizase con mayor eficacia las tareas encomendadas.

Este análisis, estudio o evaluación de las condiciones de trabajo, debe estar encaminado a encontrar respuestas a los numerosos y complicados problemas generados en el ambiente laboral, activar el potencial de realización del factor humano, propiciar el bienestar y la satisfacción de los trabajadores y contribuir al desarrollo técnico y económico de la empresa. Los estudios deberían llevarse a cabo bajo el marco de un enfoque orientado a los sistemas.

No se trata sólo de estudiar e intervenir sobre la selección de las personas, la formación, el entrenamiento, las funciones y responsabilidades, incentivos, condiciones de trabajo, etc., sino también sobre el comportamiento de los grupos y subsistemas de trabajo y de la respuesta de la organización en su conjunto ante estímulos internos y externos en un mundo cambiante.

Si bien es cierto que es necesario buscar personas con las habilidades y competencias necesarias para las tareas a desarrollar, tanto desde el punto de vista meramente técnico y profesional, pero también con las habilidades y capacidades necesarias para adaptarse y responder efectivamente a las demandas psicosociales del trabajo. Esto no exime a la organización para establecer, implantar y mantener los mecanismos necesarios para garantizar la salud y seguridad de sus trabajadores y una mejora continua de las condiciones de trabajo.

4. Bibliografía

OSHA Europa. *Guía electrónica para la gestión del estrés y de los riesgos psicosociales*, s. f. Recuperado el 7 de enero de 2015, de http://eguides.osha.europa.eu/stress/ES-ES/.

5.3. LA VIOLENCIA EN EL TRABAJO. ACOSO LABORAL Y ACOSO SEXUAL

José Manuel Álvarez Zárate
Ingeniero. Instituto de Ergonomía

Resumen

Los trabajadores sometidos a un hostigamiento psicológico presentan síntomas psicosomáticos y reacciones anómalas hacia el trabajo y el ambiente laboral. Algunas de estas manifestaciones coinciden con la definición de *mobbing*, término utilizado internacionalmente para describir una situación en la que una persona o un grupo de personas ejercen una violencia psicológica extrema de forma sistemática y durante un tiempo prolongado. En castellano, se podría traducir como "hostigamiento psicológico en el trabajo".

Según el LIPT ("Leymann Inventory of Psichosocial Terrorization") (Leymann, 1990), podemos hablar de *mobbing*, entre otros, en los siguientes casos:

- Actividades de acoso para reducir la posibilidad de la víctima de comunicarse adecuadamente con otros.
- Actividades de acoso para evitar que la víctima tenga la posibilidad de mantener contactos sociales.
- Actividades de acoso dirigidas a desacreditar o impedir a la víctima mantener su reputación personal o laboral.
- Actividades de acoso dirigidas a reducir la ocupación de la víctima y su empleabilidad mediante la desacreditación profesional.
- Actividades de acoso que afectan a la salud psíquica y física de la víctima.

La definición del término acoso sexual es importante en cuanto que su formulación determinará tanto las conductas que lo conforman y, por tanto, el rango de comportamientos prohibidos, como la magnitud del fenómeno. En la Recomendación de las Comunidades Europeas 92/131, de 27 de noviembre de 1991, relativa a la Dignidad de la Mujer y el Hombre en el Trabajo, se abordaba el acoso sexual definiéndolo como una "conducta de naturaleza sexual u otros comportamientos basados en el sexo que afectan a la dignidad de la mujer y el hombre en el trabajo, incluido la conducta de superiores y compañeros, que resulta inaceptable si:

a) dicha conducta es indeseada, irrazonable y ofensiva para la persona que es objeto de la misma,

b) la negativa o el sometimiento de una persona a dicha conducta por parte de empresarios o trabajadores (incluidos los superiores y los compañeros) se utiliza de forma explícita o implícita como base para una decisión que tenga efectos sobre el acceso de dicha persona a la formación profesional y al empleo, sobre la continuación del mismo, el salario o cualesquiera otras decisiones relativas al empleo y/o

c) dicha conducta crea un entorno laboral intimidatorio, hostil y humillante para la persona que es objeto de la misma; y de que dicha conducta puede ser, en determinas circunstancias, contraria al principio de igualdad de trato".

1. Introducción

El *mobbing* podría considerarse como una forma característica de estrés laboral, que presenta la particularidad de que no ocurre exclusivamente por causas directamente relacionadas con el desempeño del trabajo o con su organización, sino que tiene su origen en las relaciones interpersonales que se establecen entre los distintos individuos (NTP 476). Se trata de un conflicto asimétrico entre dos partes, donde la parte hostigadora tiene más recursos, apoyos o una posición superior o privilegiada frente a la persona que padece el hostigamiento.

Normalmente, el agresor o agresores se valen de algún argumento de poder como pueden ser la fuerza física, la antigüedad, la fuerza del grupo, la popularidad en el grupo o el nivel jerárquico para llevar a cabo estos comportamientos hostigadores.

Como pauta general, se considera que existe *mobbing* cuando una persona o grupo de personas ejercen una violencia psicológica extrema, de forma sistemática y recurrente (al menos una vez por semana y durante un tiempo prolongado, típicamente de seis meses), sobre otra persona o grupo de personas en el lugar de trabajo.

Cuando hablamos de acoso sexual, nos referimos a un concepto bastante amplio, ya que en las conductas de naturaleza sexual están comprendidas las conductas físicas, verbales o no verbales, que causen molestia (NTP 507, INSHT).

El contacto físico no deseado (conducta física de naturaleza sexual) puede ir desde tocamientos innecesarios hasta conductas delictivas, como es el caso de un intento de violación y la coacción para las relaciones sexuales.

La conducta verbal de naturaleza sexual puede incluir insinuaciones sexuales molestas, proposiciones o presión para mantener relaciones sexuales.

En la conducta no verbal de naturaleza sexual quedarían incluidas la exhibición de fotos sexualmente sugestivas o pornográficas de objetos o materiales escritos, miradas impúdicas, determinados gestos, etc.

En el caso del acoso sexual, también es importante diferenciar las conductas de acoso de las conductas de cortejo. Lo que hace distintos a unos comportamientos de otros es que la conducta en cuestión tenga una buena acogida por la persona a la que se dirige. La atención sexual es acoso sexual cuando se convierte en desagradable. Por ello, a cada persona le corresponde determinar el comportamiento que aprueba o tolera, y de parte de quién. Es esto lo que imposibilita el hacer una relación de conductas vejatorias que deban ser prohibidas.

Por sus propias características, en muchas ocasiones es difícil de detectar e incluso de demostrar una situaciones como las descritas. En estos procesos es el afectado quien debe percibir que los hostigadores tienen la intención explícita de causarle daño o perjuicio y, en segundo término, debe tener la oportunidad y la valentía de comunicar o denunciar los hechos y las herramientas necesarias para poder demostrarlo. El individuo no siempre es capaz de afrontar estas situaciones ni de modificar su entorno social, ni conoce cómo controlar sus reacciones emocionales. Si no consigue afrontar la situación y controlar la ansiedad aparecerá una patología propia del estrés, que se hará crónica y agravará paulatinamente.

Generalmente, la persona ve amenaza su integridad al no recibir un trato equitativo; y los hechos atentan contra sus necesidades básicas, como la de mantener relaciones cordiales con sus compañeros y de ser respetado.

2. Cómo abordar el acoso

Una organización debería establecer los procedimientos y mecanismos necesarios para gestionar estas situaciones de conflicto.

Los agentes sociales de la organización deben plantear la forma de implantar los procedimientos adecuados para gestionar los conflictos, definiendo los canales de comunicación y los organismos de gestión apropiados. Esto incluye la forma y los canales para comunicar o denunciar las conductas anómalas garantizando la confidencialidad, las instrucciones para recopilar la información, la composición y las normas de funcionamiento de los órganos o comités que se formen para estudiar el caso, etc. Asimismo, la organización debe estar dispuesta a tomar las medidas necesarias para resolver de forma rápida y definitiva cualquier tipo de situación de acoso.

Para prevenir cualquier situación de acoso, es necesario partir de una declaración de principios para demostrar la implicación y compromiso por parte de la dirección de la organización de no tolerar este tipo de conducta y de estar en disposición de erradicar de forma inmediata cualquier tipo de acoso, prohibiendo de forma explícita cualquier comportamiento que atente contra la integridad de las personas y defendiendo el derecho de todos los trabajadores a ser tratados con dignidad. Debe quedar claramente manifestado que las conductas de acoso ni se permitirán ni perdonarán, explicitando el derecho de los trabajadores a comunicar este tipo de conductas impropias.

Es necesario que todos los miembros de la organización comprendan qué se entiende por comportamientos inapropiados y por acoso, tanto si se trata de *mobbing* como de acoso sexual.

La organización debe garantizar que los mandos tienen la responsabilidad de velar y hacer cumplir los protocolos establecidos, y de aplicar el procedimiento establecido, protegiendo a la víctima de acoso de posibles represalias y asegurando la confidencialidad.

La responsabilidad de asegurar un entorno de trabajo respetuoso con los derechos de quienes lo integran es de todos los trabajadores, recomendando a los mandos que tomen acciones positivas para promocionar la política de no acoso, empezando por dar ejemplo de ello.

Siendo que en la mayoría lo que más interesa es que acabe el acoso, deben existir procedimientos tanto formales como informales que garanticen que la víctima no continúe expuesta tras la denuncia.

En algunos casos, la resolución del conflicto puede pasar por la confrontación directa entre las partes interesadas o a través de un intermediario. En otros, puede ser conveniente llevar a cabo una investigación formal de los hechos denunciados, incluyendo a los interesados y a posibles testigos y/o verificando las pruebas que hayan podido recabarse. El resultado de la investigación debe concluir en la solución del conflicto.

3. Bibliografía

INSHT. *NTP 476 El hostigamiento psicológico en el trabajo: mobbing*, 1998.

INSHT. *NTP 507 Acoso sexual en el trabajo*, s. f.

Leymann, H. "Mobbing and Psychological Terror at Workplaces". *Violence and Victims*, 5(2), 1990.

5.4. INSEGURIDAD CONTRACTUAL

José Manuel Álvarez Zárate
Ingeniero. Instituto de Ergonomía

Resumen

No es novedad que el desempleo es malo para la salud de una persona. Pero resulta que sólo la amenaza del desempleo es mala también.

En un estudio publicado en la revista *Journal of Occupational and Environmental Medicine* se indica que la inseguridad laboral percibida está vinculada a bajos niveles de salud, incluso entre aquellas personas que tenían puestos de trabajo durante la recesión. Los investigadores encontraron que la inseguridad laboral percibida estaba vinculada con "probabilidades significativamente mayores" de percepción de salud regular o mala, así como síntomas recientes que sugieren ataques de depresión y ansiedad.

Como resultado de la globalización, la subcontratación, la deslocalización, la aparición de nuevas tecnologías o formas de comercialización, la crisis económica y la recesión, e incluso a veces por los desastres naturales, la seguridad en el empleo puede parecer una cosa del pasado.

Las personas que están entrando actualmente en el mercado laboral seguramente pasen por varias empresas o trabajos antes de jubilarse, incluso la alternativa del autoempleo se está convirtiendo en la única opción para muchas personas.

La falta de seguridad en el empleo es un hecho al que deben hacer frente muchas personas en un momento u otro de su vida laboral, y aprender a hacer frente a ello es esencial para poder ser feliz y mantener el estrés a distancia; el problema es cómo lidiar con esta incertidumbre, máxime cuando se trata de personas mayores

que han tenido siempre el mismo empleo y que no se ven en situación de poder reintegrarse al mercado laboral, al menos en similares condiciones.

En primer lugar, es necesario aprender a manejar la presión psicológica y el estrés. Es importante darse cuenta de que no todo el mundo reacciona de la misma manera a la inseguridad laboral. Su vida en el hogar, la voluntad de adaptarse a los cambios y la situación financiera son muy diferentes entre las personas que trabajan en una organización, así que cada uno puede reaccionar de diferente forma.

Es imposible saber lo que deparará el futuro, así que la preparación de antemano puede ayudar a reducir las preocupaciones.

1. Cómo actuar ante un clima de inseguridad

Vivir en una situación de constante inseguridad suele ser estresante. No tener posibilidad de planificar el futuro, no saber si embarcarse o no en determinados proyectos o inversiones y, sobre todo, no tener la seguridad de volver a conseguir un empleo y, por ende, de hacer frente al mantenimiento de la familia, es una cuestión que puede generar alarma y preocupación.

Algunos estudios sugieren que vivir con la inseguridad laboral (el "miedo" de perder su trabajo) puede ser más perjudicial para la salud que realmente perder el trabajo. En este caso, mantener una actitud positiva puede hacer toda la diferencia.

Hacia la empresa, los empleados pueden reaccionar de forma diversa. Puede existir una situación de pasividad e indiferencia (hago mi trabajo hasta que dure...), puede asumirse una situación de derrota o desilusión (aunque me esfuerce me despedirán, por lo que no me esforzaré más por esta empresa) o de presentismo (trabajo a todas horas para demostrar que soy un buen empleado, incluso puedo permanecer en la empresa haciendo que trabajo). En cualquier caso, esta situación no es beneficiosa para las empresas.

Las organizaciones deberían ser conscientes de que algunos procesos de externalización, deslocalización o de reestructuración mal explicados generan una incertidumbre en sus empleados que a la larga es perjudicial para la organización, porque las personas pierden el compromiso con la empresa y dejan de identificarse con ella. Cualquier proceso que elimine puestos de trabajo debería ser convenientemente razonado y explicado de forma transparente a los empleados.

Un empleado que dedica todos sus esfuerzos a buscar trabajo antes de que lo despidan no resulta productivo. Tendrá su mente en cualquier sitio menos en su empresa. En ciertos casos se pueden presentar situaciones de estrés, como resultado de la sensación de que el empleado ya no tiene control sobre su situación ni sobre su vida.

Una empresa saludable debería ser capaz de dejar expresar a los empleados sus temores y frustraciones, evitando que la incertidumbre se apodere del grupo de trabajo y de la empresa. Por tanto, tener una discusión abierta sobre el tema y explicar los planes de negocio y las expectativas de forma honesta y razonada puede contribuir a que todos centren sus esfuerzos en seguir adelante y hacer frente a las situaciones de crisis.

En algunos casos, por ejemplo, una empresa con recursos que se vea inmersa en una reestructuración y se disponga a prescindir de parte de sus trabajadores debería intentar ayudar a las personas despedidas en la búsqueda de un nuevo empleo, o en la formación necesaria para reorientar su vida laboral, además de ofrecer apoyo psicológico durante determinado tiempo para asumir y afrontar la nueva situación. Esto es parte del compromiso de una empresa saludable.

Desde el punto de vista empresarial, fomentar la flexibilidad, la formación profesional continua, el uso de nuevas tecnologías, el aprendizaje de idiomas, la creatividad, etc., pueden ser formas adecuadas para mantener la competitividad con el tiempo y aumentar con ello la seguridad laboral. Las decisiones empresariales no deberían buscar sólo la maximización de los beneficios, sino también el mantenimiento de los puestos de trabajo.

Evaluar periódicamente y de forma objetiva el desempeño de las personas y comunicar los resultados puede contribuir a disminuir la incertidumbre y el estrés de aquellos que mejores resultados consiguen. Que los mandos reconozcan el trabajo de las personas puede dar confianza y seguridad. Como estrategia empresarial, no debería utilizarse nunca la amenaza del despido para obtener un mayor rendimiento y menos aún de forma colectiva.

La organización debería ser capaz de comunicar con precisión y realismo qué se espera de cada persona o grupo de personas y apoyarlas en todo momento para la consecución de los objetivos establecidos.

En épocas de bonanza económica, las organizaciones pueden colaborar con sus empleados a fin de facilitarles las herramientas necesarias para invertir

adecuadamente el dinero y fomentar el ahorro. Una persona que tiene algo de dinero ahorrado y saldadas sus deudas tiene mayor capacidad de resistir a una situación temporal de desempleo.

2. Bibliografía

Burgard, S., Kalousova, L., Seefeldt, K. "Perceived Job Insecurity and Health: The Michigan Recession and Recovery Study". *Journal of Occupational & Environmental Medicine.* 2012; Volume 54: 1.101-1.106.

5.5. EL *BURNOUT* O DESGASTE PROFESIONAL

José Manuel Álvarez Zárate
Ingeniero. Instituto de Ergonomía

Resumen

El *burnout,* o desgaste profesional o síndrome de estar quemado, es un tipo especial de estrés en el trabajo caracterizado por el estado de agotamiento físico, emocional o mental combinado con dudas de la persona acerca de su competencia y el valor de su trabajo.

El agotamiento del trabajo puede ser el resultado de varios factores, incluyendo:

- La falta de control, lo que significa una incapacidad para influir en las decisiones que afectan al trabajo –como la gestión del calendario, tareas o carga de trabajo–, podría dar lugar a desgaste profesional. Lo mismo ocurriría con la falta de los recursos necesarios para hacer el trabajo.

- Expectativas laborales poco claras. Si la persona no está segura sobre el grado de autoridad que posee o de quién depende o no conoce lo que los demás esperan de ella, es probable que el individuo no se sienta cómodo en el trabajo.

- Dinámicas de trabajo disfuncionales. Procesos, procedimientos o tareas que no agregan ningún valor al trabajo y que suponen una pérdida de tiempo, baja productividad, etc.

- Diferencias en los valores. Cuando los valores personales difieren de la forma en que el empleador hace negocios o atiende las quejas.

- Pobre ajuste de empleo. Si el trabajo no se ajusta a los intereses y habilidades de las personas, la situación puede resultar estresante en el tiempo.

- Los extremos de la actividad cuando un trabajo es siempre monótono o caótico puede conducir a la fatiga y el agotamiento.
- La falta de apoyo social. Sentirse aislado en el trabajo o en la vida personal.
- Desequilibrio entre trabajo y vida personal/familiar.

De acuerdo con lo indicado en la NTP 704:

- El *burnout* es consecuencia de la exposición a estresores laborales. Esta interacción del trabajador con unas determinadas condiciones laborales de riesgo puede provocar el síndrome, siendo, por tanto, una consecuencia sobre la salud de la persona que se deriva del trabajo.
- Es preciso que en el desarrollo del trabajo se dé un intercambio intenso y duradero entre trabajador-cliente, trabajador-paciente o trabajador-usuario. Esta respuesta se encuentra más en trabajos de "servicios humanos" de ayuda. No obstante, se ha identificado en otros profesionales como directivos, mandos intermedios, deportistas, entrenadores, etc.
- La comunidad científica acepta conceptualmente el planteamiento empírico de la tridimensionalidad del síndrome (Maslach y Jackson, 1981), que se sintomatiza en cansancio emocional, despersonalización y reducida realización personal.

Los conceptos de estrés y *burnout* son constructos diferentes.

En la NTP anteriormente mencionada, también se indica que en el proceso de *burnout* pueden destacarse cinco fases:

1. Fase inicial, de entusiasmo. Se experimenta, ante el nuevo puesto de trabajo, entusiasmo, gran energía y se dan expectativas positivas. No importa alargar la jornada laboral.
2. Fase de estancamiento. No se cumplen las expectativas profesionales. Se empiezan a valorar las contraprestaciones del trabajo, percibiendo que la relación entre el esfuerzo y la recompensa no es equilibrada. En esta fase tiene lugar un desequilibrio entre las demandas y los recursos (estrés); por tanto, definitoria de un problema de estrés psicosocial. El profesional se siente incapaz para dar una respuesta eficaz.
3. Fase de frustración. Se puede describir una tercera fase en la que la frustración, desilusión o desmoralización hace presencia en el individuo. El trabajo carece de sentido, cualquier cosa irrita y provoca conflictos en el grupo de trabajo. La salud puede empezar a fallar y aparecer problemas emocionales, fisiológicos y conductuales.
4. Fase de apatía. En la cuarta fase se suceden una serie de cambios actitudinales y conductuales (afrontamiento defensivo) como la tendencia a tratar a los clientes de forma distanciada y mecánica, la anteposición cínica de la satisfacción de las propias necesidades al mejor servicio al cliente y por un afrontamiento defensivo-evitativo de las tareas estresantes y de retirada personal. Estos son mecanismos de defensa de los individuos.
5. Fase de quemado. Colapso emocional y cognitivo, fundamentalmente, con importantes consecuencias para la salud. Además, puede obligar al trabajador a dejar el empleo y arrastrarle a una vida profesional de frustración e insatisfacción.

1. Prevención y control

Para prevenir el síndrome de *burnout* entre los trabajadores, la organización debe diseñarse, preferiblemente, con las siguientes características:

- Estructura de la organización poco jerarquizada y flexible.
- Apoyo instrumental por parte de la organización.
- Mínima burocracia.
- Participación activa de los trabajadores y posibilidades de toma de decisiones.
- Coordinación entre los departamentos o unidades funcionales.
- Formación práctica de los trabajadores en nuevas tecnologías.
- Desarrollo de carrera.
- Adecuado estilo de dirección.
- Adecuada gestión de personas.
- Sistema de evaluación y/o reconocimiento del trabajo realizado.

Los trabajadores deben ser conscientes de su propia capacidad de lograr y disponer de la posibilidad de ejercer un cierto control sobre sus metas, objetivos y tareas. Las personas que tienen un mayor nivel de autoeficacia percibida experimentan menos estrés en situaciones difíciles (Bandura, 1989).

El establecimiento de objetivos y metas con un alcance realista es un incentivo para las personas y su consecución genera confianza y autoestima, identificando las expectativas de la empresa hacia el individuo, siendo éste consciente de lo que se espera de él y del valor de su trabajo.

Las organizaciones deben identificar los puntos fuertes de los empleados y asignar tareas acordes con sus capacidades y habilidades o, al menos, asignar tareas acordes con la categoría laboral y profesional de las personas. Evitar las tareas monótonas, repetitivas, sin contenido o carentes de valor añadido.

La estructura debe apoyar al empleado y suministrarle la ayuda y los medios necesarios para hacer frente al trabajo en cualquier circunstancia.

Otras acciones que pueden emprenderse para minimizar la probabilidad de que este síndrome se produzca pueden ser:

- Fomentar la armonía y la comunicación.
- Establecer los canales de comunicación adecuados.
- Dar solución a los problemas técnicos que dificulten el trabajo.
- Priorizar las actividades cuando hay mucho trabajo o demanda.
- Respetar las pausas y los tiempos de descanso.
- Ajustar adecuadamente la carga de trabajo.
- Reconocer los esfuerzos grupales y personales.
- Aceptar las quejas y sugerencias de los empleados y responder a las mismas.
- Programar con antelación suficiente los cambios de procedimientos o tecnológicos y asegurarse de que las personas poseen la capacidad y competencia para asumir estos cambios.
- Evitar que el trabajador asuma con los clientes compromisos que la organización no tiene intención o no es capaz de cumplir (calidad, plazos de entrega, etc.).
- Proporcionar la formación adecuada para resolver conflictos.

2. Bibliografía

INSHT. *NTP 704 Síndrome de estar quemado por el trabajo o* "burnout" *(I): definición y proceso de generación*, s. f.

5.6. CONFLICTOS FAMILIA-TRABAJO

José Manuel Álvarez Zárate
Ingeniero. Instituto de Ergonomía

Resumen

La mayoría de las personas, independientemente de su sexo, manifiestan que lo más importante para sus vidas es su familia, sus amigos y su desarrollo personal, por encima de su desarrollo profesional, aunque pueda haber excepciones y siendo conscientes de que en ocasiones la respuesta puede depender de la edad y de la situación profesional del individuo. No obstante, la realidad puede ser bastante diferente ya que, en general, las personas dedicamos mayor tiempo y energía a nuestro trabajo que a nuestra vida familiar y personal. Esta situación de discrepancia entre lo que queremos y lo que efectivamente hacemos crea desequilibrios e insatisfacción. En la mayoría de los casos, no siempre resulta fácil la conciliación entre la vida laboral, familiar y personal.

El conflicto trabajo-familia puede verse generado por una serie de presiones en el trabajo, tales como las características del horario laboral, los estresores, el estatus dentro de la organización o las características de la tarea. Si las fuentes del conflicto surgen en la familia (conflicto familia-trabajo), se ha encontrado que los estresores pueden ser los asociados a la evolución natural del ciclo familiar, como el nacimiento de un hijo, las tareas domésticas o la muerte de algún miembro de la familia. Existe un tercer tipo de conflicto bidireccional, el conflicto interrol, que surge en la familia y el trabajo, y que afecta tanto a la familia como al trabajo.

El estrés suele ser el síntoma más común cuando se produce un desajuste o un conflicto trabajo-familia. Este conflicto influye negativamente con el bienestar psicológico y, en concreto, en la salud mental. También puede ser fuente de insatisfacción laboral y de insatisfacción con la vida, conducir a la depresión o al *burnout*.

Los valores personales y los objetivos profesionales, familiares y personales, así como las capacidades individuales, condicionan de forma significativa la forma de afrontar el conflicto. El justo equilibrio entre el tiempo y el esfuerzo dedicados a la familia, al trabajo y a la persona no siempre es sencillo de encontrar. Es relativamente subjetivo y normalmente varía a los largo de la vida de una persona, anteponiendo unas necesidades a otras dependiendo del momento que toca vivir. No es lo mismo por ejemplo el tiempo que debemos dedicar cuando los niños son pequeños que cuando son mayores, o la atención que necesitan unos padres jóvenes y sanos que unos mayores o enfermos. Las circunstancias de la vida van cambiando y, por tanto, las condiciones para la conciliación, idealmente, deberían poder ajustarse a estos cambios.

1. Conciliación de la vida laboral, familiar y personal

Desde la empresa no siempre se puede actuar todo lo necesario con objeto de poder facilitar a los empleados la conciliación de la vida laboral, familiar y personal. Hay muchos obstáculos que pueden limitar a la organización tales como los turnos de trabajo para amortizar las máquinas e instalaciones, los horarios comerciales (bares, restaurantes, etc.), servicios que hay que brindar las 24 horas del día (hospitales, bomberos, policía, etc.). No obstante, siendo que la familia es la célula de una sociedad y ámbito natural para el desarrollo de la persona, las organizaciones deberían apostar por facilitar al máximo posible la conciliación, ya que esto redundará automáticamente sobre la satisfacción del individuo y su productividad, evitando también situaciones de estrés o bajas por depresión.

Entre las acciones que una empresa puede abordar para favorecer la conciliación cabe mencionar:

- Favorecer la flexibilidad horaria siempre que sea posible.
- Establecer una jornada de trabajo continua.
- Dar la posibilidad de trabajar media jornada durante determinados periodos de tiempo.
- Permitir la disposición de tiempo para asuntos familiares.
- Facilitar la disposición de periodos de excedencia.
- Posibilidad de establecer una bolsa de horas extras anuales. Por ejemplo, que todo el personal que realiza horas extras pueda tener la opción de elegir entre percibir una compensación económica o de un tiempo de descanso, bien en horas sueltas o bien en días completos.
- Establecer ayudas para el cuidado de los niños (por ejemplo, ayudas económicas para la guardería o disponer de guardería en el centro de trabajo).
- Establecer convenios con empresas externas facilitadoras (por ejemplo, para hacer trámites, determinadas compras, etc.).
- Permitir el fraccionamiento y favorecer la libre disposición de las vacaciones.
- Reducir el tiempo de reuniones y evitar viajes innecesarios.
- Si es posible, favorecer y permitir el trabajo a distancia.
- Intentar eliminar las horas extras.
- Distribuir equitativamente el trabajo entre los empleados, evitando sobrecargar siempre a las mismas personas.
- Estar cerca de los trabajadores y responder con sensibilidad a sus necesidades, que variarán a lo largo de la vida laboral.
- Fomentar el desarrollo personal y la utilización del tiempo libre, ya sea en los estudios, en el deporte, la lectura, etc.
- Organizar periódicamente jornadas de puertas abiertas para que la familia tenga la posibilidad de conocer lo que hace el trabajador y su lugar de trabajo.
- Crear nexos de comunicación entre la empresa y las familias (revista, apps, actividades lúdicas o deportivas para los niños o la familia, etc.).

2. Bibliografía

Díaz, E. L. "La conciliación de la vida laboral y familiar". *Revista Jurídica del Notariado*. 2014(88): 669-703.

Estrada, M. R. B., Arfelis, M. B. *Conciliación familiar, laboral, social y personal: una cuestión ética.* Edicions Universitat Barcelona, 2014.

La conciliación de la vida laboral y familiar en la Universitat Jaume I. Publicacions de la Universitat Jaume I, Servei de Comunicació i Publicacions, 2014.

5.7. POSIBLES DEFICIENCIAS EN LA ORGANIZACIÓN. CÓMO IDENTIFICARLAS Y ABORDARLAS

José Manuel Álvarez Zárate
Ingeniero. Instituto de Ergonomía

Resumen

Las organizaciones suelen estar bastante acostumbradas a utilizar diferentes procedimientos, técnicas, diagramas e indicadores para detectar deficiencias en términos de calidad y productividad. No siempre es así cuando se trata de identificar incumplimientos legales, fallos u oportunidades de mejora en materia de prevención de riesgos laborales y promoción de la salud.

1. Sistemas de gestión de la seguridad y la salud en el trabajo (SGSST)

En la actualidad, el SGSST más utilizado es el que está basado en el estándar OHSAS 18001:2007, en el que se establecen los requisitos que debe cumplir un sistema de gestión de la seguridad y la salud en el trabajo para que las organizaciones puedan controlar eficazmente los riesgos asociados con sus actividades, mejorando su desempeño de forma continua. La implantación de este tipo de sistemas de gestión permite:

- Mejorar el desempeño de la gestión de la seguridad y la salud en el trabajo y demostrar su compromiso con el cumplimiento de las exigencias de la legislación aplicable.

- Identificar situaciones potencialmente peligrosas o dañinas para la salud, determinar deficiencias en el sistema de gestión y facilitar la integración de sistemas de gestión de la calidad, ambiental y de seguridad y salud en el trabajo.

- Llevar a cabo una mejora continua de las condiciones de trabajo.

La norma se basa en el denominado "ciclo de Deming" (de Edwards Deming), también conocido como círculo PDCA (del inglés *plan-do-check-act*, esto es, planificar-hacer-verificar-actuar) o espiral de mejora continua, que es una estrategia de mejora continua de la calidad en cuatro pasos, basada en un concepto ideado por Walter A. Shewhart.

El estándar define como salud y seguridad ocupacional a las condiciones y factores que afectan o podrían afectar a la salud y seguridad de empleados, trabajadores temporales, contratistas, visitas y cualquier otra persona en el lugar de trabajo. Asimismo, aclara que las organizaciones pueden tener un requisito legal para la salud y seguridad de personas más allá del lugar de trabajo inmediato, o para quienes se exponen a las actividades del lugar de trabajo.

Uno de los puntos fuertes del estándar es que obliga a las organizaciones que se certifiquen a resultados medibles de la gestión que hace la organización para llevar a cabo una medida del desempeño del SGSST, incluyendo la medición de la efectividad de los controles de la organización.

En el contexto de los sistemas de gestión de salud y seguridad ocupacional, los resultados pueden medirse respecto a la política de seguridad y salud, los objetivos del SGSST u otros requisitos de desempeño.

La organización certificada bajo este estándar debe establecer, implementar y mantener uno o varios procedimientos para monitorear y medir a intervalos regulares el desempeño de seguridad y salud ocupacional. Estos procedimientos deben proporcionar:

- Mediciones cualitativas y cuantitativas apropiadas a las necesidades de la organización.
- Seguimiento del grado de cumplimiento de los objetivos de la organización.
- Seguimiento de la efectividad de controles (tanto para la salud como para la seguridad).
- Medidas proactivas de desempeño para monitorear el cumplimiento del programa de controles y criterios operacionales.

- Medidas de desempeño reactivo para el seguimiento de enfermedades, incidentes y otras evidencias históricas de desempeño deficiente.
- Registro de datos y resultados de seguimiento y medición suficientes para facilitar el análisis de acciones preventivas y acciones correctivas subsecuentes.

En la gestión de los riesgos psicosociales debe darse prioridad a las intervenciones que reduzcan los riesgos en su origen identificando los problemas en la fuente. Sin embargo, muchas de las actuaciones se centran más en los individuos. Si esto no es posible, actuaciones tales como una mayor o mejor formación y el conocimiento sobre la gestión del riesgo pueden ser suficientes para la mejora de las relaciones interpersonales, la gestión del tiempo, la comunicación, etc. También son de aplicación las políticas y los procedimientos tendentes a hacer frente a la violencia, el acoso y la intimidación en el trabajo, entre otros. Por último, en aquellos casos en que las personas ya han sufrido los efectos de los riesgos psicosociales sobre su salud (agotamiento, ansiedad, depresión, etc.), se hace necesario que la organización apoye a las personas afectadas, asesorándolas y facilitando las terapias adecuadas.

2. Evaluación de los riesgos psicosociales

La evaluación de riesgos es el elemento central del proceso de gestión que proporciona información sobre la naturaleza y la gravedad del problema y sobre los aspectos positivos del trabajo que deberían promoverse y potenciarse. En la evaluación de riesgos psicosociales se incluyen normalmente temas relacionados con el estrés, la violencia, la intimidación y el acoso en el trabajo. En ocasiones, también temas vinculados a las consecuencias psicológicas relacionadas con el peligro de atraco o con la conducción de vehículos, mientras que la carga mental se suele estudiar desde el punto de vista de las demandas cognitivas asociadas a las tareas.

Los factores psicosociales pueden influir positiva o negativamente sobre la salud del individuo. En otras palabras, los factores psicosociales pueden contribuir al desarrollo de la persona y, por tanto, de la organización, o bien constituir un riesgo para la salud y seguridad de los trabajadores. En este último caso, hablaremos de factores de riesgo psicosocial o de estresores que tienen el potencial de causar un daño psicológico, físico o social. Las interacciones entre los estresores (trabajo, ambiente, organización, etc.) y las capacidades del trabajador, sus necesidades, su cultura y su situación personal fuera del trabajo, pueden influir en su salud, rendimiento y satisfacción.

En materia de salud y seguridad en el trabajo, la legislación exige a las organizaciones llevar a cabo la evaluación de los riesgos psicosociales. A pesar de ello, no existe en la actualidad un consenso claro sobre lo que constituye una verdadera evaluación de estos riesgos. Se han abordado diferentes enfoques no exentos de dificultades a la hora de enfrentarse con el problema, tanto desde el punto de vista de la detección de los peligros como de su evaluación y control.

De acuerdo con los criterios actuales, en el caso de los riesgos psicosociales no se puede separar la identificación de los peligros de la evaluación de riesgos. Por la propia naturaleza intangible del riesgo, se hace imposible su identificación mediante la observación o la utilización de listas de chequeo por parte de un técnico. Por ello, se hace necesario tomar en consideración lo que manifiesten las personas expuestas. Además, la metodología a aplicar deberá tener en cuenta las características particulares de cada empresa.

En la actualidad, existe una amplia gama de instrumentos de medida, que permite realizar una aproximación cuantitativa a la evaluación de los riesgos psicosociales. Existen métodos generales y específicos de evaluación. Los generales se utilizan para la identificación y evaluación de riesgos psicosociales, con el objetivo de llevar a cabo un diagnóstico de la organización analizando características generales de la organización y mediante la cumplimentación de un cuestionario por parte de los trabajadores. Los métodos específicos analizan una variable o conjunto de variables psicosociales (como por ejemplo: estrés laboral, *burnout*, etc.).

La evaluación de los factores psicosociales, como toda evaluación de riesgos, es un proceso complejo que conlleva un conjunto de actuaciones o etapas sucesivas interrelacionadas. En general, se pueden distinguir las siguientes fases[1]:

- Identificación de los factores de riesgo.
- Elección de la metodología y técnicas de investigación que se han de aplicar.
- Planificación y realización del trabajo de campo.
- Análisis de los resultados y elaboración de un informe.
- Elaboración y puesta en marcha de un programa de intervención.
- Seguimiento y control de las medidas adoptadas.

Las tres primeras fases constituyen la etapa de análisis de los factores de riesgo psicosocial o dimensión cognitiva de la evaluación. Si a esta etapa se le une

[1] NTP 702: *El proceso de evaluación de los factores psicosociales* (INSHT).

la fase de análisis de los resultados, se accede a la dimensión evaluativa. Las conclusiones del estudio deben incluir necesariamente un juicio de valor –son buenas o no son buenas estas condiciones de trabajo de carácter psicosocial, son adecuadas o no para los que realizan el trabajo– y una definición de las prioridades de intervención. Por último, el conjunto de todas las fases, considerando también las de intervención y control, se incluye en el concepto de gestión de los riesgos.

El esquema se completa destacando la importancia de la participación de todos los implicados. Para afianzar la viabilidad y validez del proceso, es crucial la implicación y compromiso de los trabajadores y sus representantes, de los mandos intermedios y de la alta dirección en cada fase del proceso.

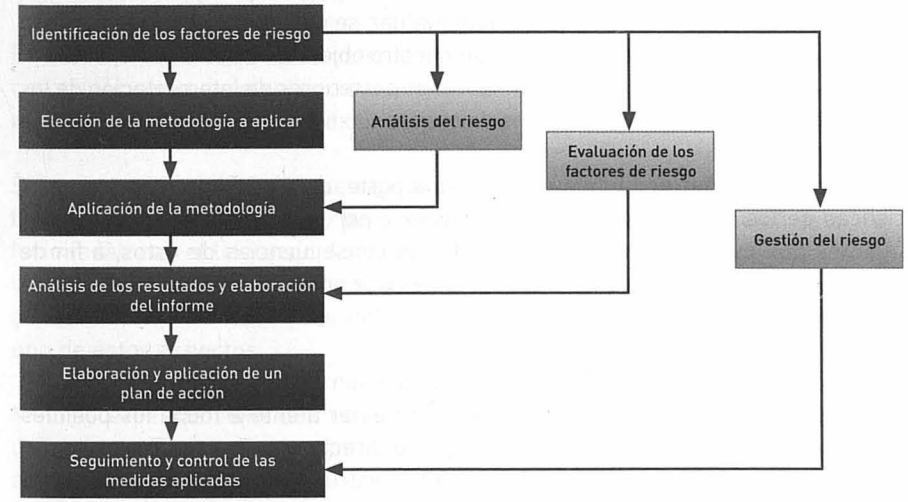


Figura 1. Fases de la evaluación de los factores psicosociales[2]

En la primera fase, identificación de los factores de riesgo, es necesario definir de la forma más precisa y menos ambigua posible el problema o problemas que se han de investigar y sus diferentes aspectos o facetas. Como en toda evaluación de riesgos, hay que tener presente que los diferentes aspectos del trabajo interactúan

[2] NTP 702: *El proceso de evaluación de los factores psicosociales* (INSHT).

entre sí, que están interrelacionados y que es necesario afrontar el tema o temas de estudio conociendo sus implicaciones o relaciones con el resto de los factores intervinientes. Este enfoque es fundamental para llegar a conocer las causas reales de los problemas planteados y la mejor estrategia para su supresión o control. Se trata de determinar de forma precisa los objetivos del estudio.

Por otra parte, desde la perspectiva psicosocial, en muchas ocasiones es muy difícil definir una situación de trabajo, tomada aisladamente, como una situación intrínsecamente nociva para la salud de los trabajadores. Como ya se ha mencionado, esto dependerá de la percepción que el colectivo o los individuos tengan de sus posibilidades para dar respuesta a las múltiples exigencias, con frecuencia contradictorias, del trabajo.

Así, para partir de un conocimiento preciso de la situación que ayude a conseguir una definición de los aspectos que se han evaluar, se debe intentar conseguir toda la información posible que nos oriente en nuestro objetivo. Por otra parte, el conocimiento del contexto nos ayudará en las fases posteriores de interpretación de los datos y de determinación de acciones de mejora.

Es importante tener en cuenta que, por una parte, deben incluirse las características de los diferentes puestos de trabajo y, por otra, información sobre los factores que pueden moderar o influir en las consecuencias de estos, a fin de tomar en consideración las distintas variables que pueden estar interviniendo en una determinada situación psicosocial.

Nos encontramos en una primera fase de definición y delimitación del problema o problemas a evaluar, por lo que se requiere estar atento a todos los posibles factores que estén asociados a él de manera directa o indirecta. Para ello, en esta fase es conveniente aplicar técnicas poco estructuradas (entrevistas semidirigidas, observación poco estructurada, grupos de discusión, etc.). Una vez delimitado el conjunto de factores en los que vamos a centrar nuestro estudio, y a partir de los datos reunidos anteriormente, debemos precisar qué sector, departamento, puestos de trabajo, etc., se van a analizar. De esta manera, podremos determinar el colectivo de trabajadores y puestos de trabajo que serán objeto de análisis. Dicho análisis, a partir de los datos obtenidos tras la aplicación de la metodología y técnica o técnicas de estudio elegidas, permitirá realizar un diagnóstico de la situación.

Además de la evaluación de riesgos, otra herramienta de diagnóstico importante lo constituyen las denominadas encuestas de clima laboral. La teoría e investigación

en lo referido al clima organizacional establece como premisa que el ambiente social puede estar caracterizado por un número limitado de dimensiones. Las variables que configuran el clima de una organización, a través de la percepción que de ellas tienen sus miembros, son variables del ambiente físico, estructurales, del ambiente social, personales y variables propias del comportamiento organizacional.

Se han desarrollado diferentes instrumentos de medición basados en la aplicación de encuestas con el objetivo de medir las percepciones de los trabajadores respecto de las dimensiones que cada organización considera. En consecuencia, existe una variedad de escalas de medición del clima laboral que dependen de las dimensiones consideradas para la evaluación, por lo que para obtener información relevante sobre la realidad de la empresa, es importante elegir la escala que más se adapte a la organización estudiada.

En función de los resultados obtenidos tanto de la evaluación de los riesgos psicosociales como de la aplicación de encuestas de clima laboral, se puede hacer necesario la adopción de medidas correctivas y preventivas.

Son muchas las acciones que se pueden llevar a cabo para la mejora del ambiente psicosocial de trabajo pero, en general, estas medidas suelen estar relacionadas con el liderazgo, las relaciones interpersonales, la organización del trabajo, los medios y el reconocimiento. Aunque no se pueden dar soluciones generales, a continuación se indican unos comentarios generales sobre cada uno de estos aspectos.

Muchos expertos coinciden en que, en la actualidad, cuando el cambio es lo único que permanece constante, lo mejor es contar con un liderazgo flexible y adaptable.

Es importante buscar que las relaciones entre las personas de la organización sean sanas, sinceras y abiertas, pues esto afecta a su vez al clima laboral de la empresa.

La organización empresarial puede ser estudiada y mejorada en todas sus facetas: gestión de personas (proceso de selección, información y formación, remuneración, evaluación de desempeño, etc.), tiempos de trabajo, beneficios sociales, incentivos, organización de los recursos, organización industrial, procedimientos y métodos de trabajo, etc.

3. Bibliografía

Álvarez Zárate, J. M. *Manual de ergonomía y psicosociología.* Madrid. Fundación Mapfre, 2012.

Bascuas Hernández, J., Hueso Calvo, R. (coords.). *Ergonomía. 20 preguntas básicas para aplicar la ergonomía en la empresa.* Madrid. Fundación Mapfre, 2012.

Gil-Monte, P. R. *Manual de psicosociología aplicada al trabajo y a la prevención de los riesgos laborales.* Ediciones Pirámide, 2014.

5.8. LA PERSONA COMO FOCO DE LA ACTUACIÓN PREVENTIVA

José Manuel Álvarez Zárate
Ingeniero. Instituto de Ergonomía

Resumen

En todas las actuaciones, más aún en las de tipo psicosocial, no debemos olvidarnos que el centro de atención debe ser siempre la persona, con objeto de fomentar sus capacidades y asegurar su salud y seguridad. Desde este punto de vista, podemos definir la prevención de riesgos laborales como una actividad antropocéntrica.

El antropocentrismo es la doctrina que en el plano de la epistemología sitúa al ser humano como medida de todas las cosas, y en el de la ética defiende que los intereses de los seres humanos es aquello que debe recibir atención moral por encima de cualquier otra cosa.

1. La empresa y el factor humano

Desde una perspectiva puramente empresarial, se puede definir como empresa a un sistema que interacciona con su entorno materializando una idea, de forma planificada, dando satisfacción a unas demandas y deseos de clientes, a través de una actividad económica. Requiere de una razón de ser, una misión, una estrategia, unos objetivos, unas tácticas y unas políticas de actuación. En esta definición economicista o tecnócrata no se explicita el fin último de lo que significa el trabajo humano en el contexto de una empresa.

Cualquier iniciativa empresarial concebida para aumentar la productividad y, consecuentemente, maximizar los beneficios al fin y al cabo no debería tener otra

razón de ser que el servicio a las personas. Si el beneficio existe, debería servir para reducir desigualdades, combatir las discriminaciones, librar al hombre y hacerle capaz de ser por sí mismo agente responsable de su mejora material, de su progreso moral y de su desarrollo espiritual. Decir desarrollo es, efectivamente, preocuparse tanto por el progreso social como por el crecimiento económico de la persona, la familia, la empresa y la comunidad. No basta con aumentar la productividad empresarial para que la riqueza generada sea repartida equitativamente entre los agentes sociales, ni basta promover la técnica para que el progreso resulte más humano. Economía y técnica no tienen sentido si no es por y para el hombre, a quien deben servir. El hombre no es verdaderamente hombre más que en la medida en que, dueño de sus acciones y juez de su valor, se hace él mismo autor de su progreso, asumiendo libremente las posibilidades y las exigencias.

En una empresa moderna y saludable, los cometidos deberían sobrepasar el papel tradicional de creación de riqueza, debido a la existencia de múltiples interrelaciones sociales entre los distintos agentes, que provocan la aparición de mayores responsabilidades para las compañías y, en definitiva, mayores esfuerzos para conseguir cubrirlas. Las empresas pueden incidir en la sociedad provocando cambios en la misma a través de su propia configuración y exigencias.

Desde hace algunos años y con diferentes matices se ha acuñado el término responsabilidad social corporativa (RSC) o empresarial (RSE), términos asociados a la sostenibilidad, para incluir los tres pilares que se consideran componentes básicos de la responsabilidad social: económico, social y medioambiental. En una empresa promotora de la salud, un componente adicional orientado a las personas debería ser el que desarrolla la empresa en materia de prevención de riesgos laborales, lo cual, en términos de RSC, hay que hacer extensivo a la sociedad.

Por tanto, una empresa promotora de la salud debería prestar especial atención a la elaboración e implantación de programas destinados a mejorar la salud y seguridad tanto de las personas que trabajan en la propia organización como las de su entorno (familiares, contratistas, sociedad). Entre estas acciones pueden mencionarse, entre otras, las siguientes:

- Aplicar la ergonomía en el diseño de puestos de trabajo.
- Adaptar las instalaciones y los puestos de trabajo a personas con discapacidad o movilidad reducida.

- Fomentar el deporte y otras actividades que ayuden a mantener la salud física y mental de los empleados.
- Colaborar con la comunidad en la formación o entrenamiento de trabajadores con baja cualificación, jóvenes, inmigrantes y personas con discapacidad.
- Llevar a cabo campañas de seguridad vial.
- Fomentar el diálogo y el entendimiento con los diferentes agentes sociales.
- Hacer un justo reparto de los beneficios, pensando en que parte ellos debería retornar directa o indirectamente a las personas que han contribuido a generar la riqueza.
- Respetar escrupulosamente los principios medioambientales.

2. Bibliografía

García, F. N. *Responsabilidad social corporativa: teoría y práctica.* EsiC Editorial, 2012.

Sánchez-Bayón, A. *Filosofía del aula inteligente del s. XXI: críticas urgentes y necesarias.* Bajo Palabra, 10, 2015.

5.9. PREVENCIÓN TERCIARIA

José Manuel Álvarez Zárate
Ingeniero. Instituto de Ergonomía

Resumen

La prevención terciaria la deberemos poner en marcha una vez que hemos agotado todas las medidas de control primarias y secundarias, y el problema de salud ya es una realidad. La intervención terciaria tendrá por objeto minimizar las consecuencias de la exposición o las situaciones de estrés. La persona necesitará atención especializada y entrar en determinados programas de ayuda al empleado de la organización, que deberá intentar reducir el impacto físico, mental, social o profesional.

Determinadas empresas han desarrollado programas de asistencia para el empleado, que se centran fundamentalmente en atención secundaria y terciaria.

Las intervenciones de carácter terciario y secundario son importantes, aunque deben utilizarse como complemento de la intervención primaria, ya que la verdadera intervención es la que se realiza en el entorno laboral sobre los propios riesgos psicosociales.

1. Actuaciones en prevención terciaria

La prevención terciaria implica la aplicación de un tratamiento o rehabilitación a los trabajadores que ya están enfermos o están expuestos a una situación de riesgo psicosocial. Incluye las intervenciones que se realizan después de la afectación del problema de salud y está dirigida al personal que ha sufrido algún daño o enfermedad, y a situaciones de trabajo con un nivel de riesgo importante

o intolerable. Se trata de una intervención reactiva que intenta reparar el daño y evitar recaídas. Son actuaciones que se realizan tras un accidente laboral o una enfermedad relacionada con el trabajo.

Los problemas pueden estar originados en el propio lugar de trabajo (personal sanitario, profesores, etc.) o fuera del mismo (crisis familiares, fallecimiento de un ser querido, traumas tras un accidente, etc.).

Los riesgos psicosociales y sus repercusiones sanitarias, sociales y económicas pueden resultar muy importantes. Tras el diagnóstico de una enfermedad o detección de un problema relacionado con los riesgos psicosociales, se debe actuar de forma más o menos directa sobre la persona. La resolución de estos problemas concretos tiene como finalidad principal mejorar la salud laboral, así como potenciar el desarrollo personal y la calidad de vida laboral de las personas.

Entre las actuaciones a desarrollar por parte de la empresa está la de prestar ayuda psicológica o médica gratuita a las personas afectadas, proporcionando el tiempo y los medios necesarios para afrontar y superar el problema. Algunas de estas actuaciones pueden incluir:

- Tratamiento psicológico o médico.
- Mediación, negociación y resolución de situaciones de conflicto.
- Formación/entrenamiento para afrontar el estrés.
- Formación/entrenamiento para superar una situación de *burnout*.
- Acompañamiento a víctimas de *mobbing*.
- Ayuda psicológica para la reincorporación al trabajo.

La *Guía de Actuaciones de la Inspección de Trabajo y Seguridad Social sobre Riesgos Psicosociales* indica como medidas de intervención terciaria las siguientes:

- Adaptar el puesto a la persona (art. 15.1.d) LPRL) mediante cambios funcionales o mejora de los recursos materiales y personales para realizar las tareas.

- Adscribir a la persona a un puesto compatible (art. 25.1 LPRL).

2. Bibliografía

http://www.empleo.gob.es/itss/ITSS/ITSS_Descargas/Atencion_ciudadano/Normativa_documentacion/Docum_ITSS/Guia_psicosociales.pdf.

6

RECURSOS DE SALUD

6.1. DEFINICIÓN DE LOS RECURSOS DE SALUD: SALUD LABORAL, EXTRALABORAL Y COMUNITARIA

José Manuel Gómez López
Médico especialista en Medicina del Trabajo.
FREMAP Seguridad y Salud

Resumen

Las acciones en salud suponen una importante cantidad de elementos que se ponen a disposición de las personas, y no sólo cuando están enfermas. Estas acciones, por tanto, comprenden muchos campos que van más allá de lo que a todos nos viene a la mente cuando hablamos de recursos sanitarios. Así pues, la definición de "recursos sanitarios" debe ser amplia, de forma que permita recoger todo lo que socialmente sea necesario para atender la salud de los ciudadanos y la comunidad.

1. Introducción

En el capítulo 2 se ha definido la salud como una situación resultante de un estado biológico cambiante y relacional. Desde esa situación cambiante y teniendo en cuenta que no es un asunto individual, es necesario poner a disposición de la comunidad y de las personas medios para ofrecer ese estado de salud. En este sentido, debemos considerar *recurso sanitario* a todo aquel medio que de forma individual o colectiva se pone por parte de la sociedad para conseguir salud.

El recurso sanitario es uno de los elementos que conforman un sistema sanitario y que abarca el contacto, información, atención a los usuarios, personal, equipo, materiales, programas, unidades, tangibles y no tangibles, que conlleve a una actividad sanitaria dirigida a un sector poblacional de la cual es responsable en área de salud.

La medición de los recursos sanitarios y de la actividad sanitaria acoge un amplio espectro de indicadores y de fuentes, como pueden ser: información estadística sobre recursos materiales y humanos, en el ámbito hospitalario y extrahospitalario, dedicados a la asistencia sanitaria; también sobre las actividades asistenciales más frecuentes y las causas de atención; información estadística sobre la prevención y vacunación, además de indicadores básicos de alta comparabilidad internacional.

El recurso sanitario abarca tanto las necesidades informativas de los usuarios en general, como de los trabajadores (sanitarios y no sanitarios) relacionados con la sanidad en una región. Sirve de plataforma para realizar actividades de formación a distancia basadas en el uso de las nuevas tecnologías de la información y la comunicación, fomenta el uso y acceso de la investigación sanitaria.

Vamos a analizar todo lo que se pone a disposición de la sociedad para conseguir un estado de salud adecuado a los requerimientos y usos sociales.

Para conseguir un verdadero estado de SALUD para la población en general, hemos de conocer qué factores inciden sobre ella, cuáles ponen en peligro su mantenimiento y, a partir de ahí, establecer las estrategias preventivas necesarias, los recursos sociopolíticos, técnicos, económicos y humanos que permitan alcanzarla y mantenerla.

2. Evolución de la acción sanitaria

La actividad médica tiene su origen junto a la magia y a la religión, relacionada con el concepto de enfermedad, como algo sobrenatural, mágico o divino, y puede considerarse que los primeros datos escritos los tenemos en la civilización mesopotámica, donde más de 3.000 años antes de Cristo se encuentran los primeros testimonios sobre la posición del médico en la sociedad, sus conocimientos y su práctica profesional. Es el primer recurso que para la salud se pone a disposición de la comunidad. El papel del médico a lo largo de la historia ha variado mucho, siendo su papel principal en Egipto, durante las grandes dinastías, la conservación de la salud del faraón, en Roma era cuidar la salud de los patricios, mientras que en la Edad Media y gran parte de la Edad Moderna ha sido cuidar a la nobleza, los dignatarios y la burguesía. Sólo en la Época Contemporánea la importancia de la salud de las clases trabajadoras ha motivado la creación de un sistema de Seguridad Social, donde se ha universalizado los cuidados a la salud de toda la población.

El modelo histórico de referencia es la "medicina liberal", que durante los siglos que lleva la práctica médica como profesión ha sido el esquema básico en la relación médico-paciente: el individuo percibe unos síntomas o tiene una preocupación por su salud que, al rebasar un dintel, le lleva a buscar a un profesional de la medicina, que le atiende, y como contrapartida le solicita unos honorarios.

Este modelo sanitario cambia a partir de los años ochenta, donde cobra importancia la salud de la comunidad, y no sólo la curación de la enfermedad. Para ello es necesario hacer un cambio en los recursos que se dedican a este fin. Ya no es sólo la acción del profesional médico lo que importa, sino que es necesario el concurso de otros profesionales relacionados con la salud de las personas y la comunidad.

3. Recursos extracomunitarios. Sistemas públicos de salud

Un sistema de salud es la suma de todas las organizaciones, instituciones y recursos cuyo objetivo principal consiste en mejorar la salud. Un sistema de salud necesita personal, financiación, información, suministros, transportes y comunicaciones, así como una orientación y una dirección generales. Además, tiene que proporcionar buenos tratamientos y servicios que respondan a las necesidades de la población y sean justos desde el punto de vista financiero.

Un buen sistema de salud mejora la vida cotidiana de las personas de forma tangible. Una mujer que recibe una carta recordándole que su hijo debe vacunarse contra una enfermedad potencialmente mortal está obteniendo un beneficio del sistema de salud. Lo mismo ocurre con una familia que finalmente puede acceder al agua potable gracias a la instalación en su aldea de una bomba de agua financiada por un proyecto de saneamiento del gobierno, o con una persona con VIH/SIDA que obtiene medicamentos antirretrovíricos, asesoramiento nutricional y exámenes periódicos en un ambulatorio asequible.

El principal responsable por el desempeño global del sistema de salud de un país es el gobierno, pero también resulta fundamental la buena rectoría de las regiones, los municipios y cada una de las instituciones sanitarias.

El fortalecimiento de los sistemas de salud y el aumento de su equidad son estrategias fundamentales para luchar contra la pobreza y fomentar el desarrollo.

La mayoría de los sistemas de salud nacionales comprenden el sector público, privado, tradicional e informal. Las cuatro funciones principales de un sistema de

salud se han definido como: la provisión de servicios, la generación de recursos, la financiación y la gestión.

Los sistemas sanitarios tanto públicos como privados se crean, bien directamente (mercado liberal) o a través de los gobiernos (mercado público), para operar directa e indivisiblemente con los modelos sanitarios teóricos diseñados y planificados por los gobernantes, a través de la legislación sanitaria.

En la mayoría de los países de la OCDE, la atención sanitaria y los sistemas sanitarios son considerados como parte del Estado de bienestar, entendiéndose la atención sanitaria y el cuidado de la salud como un bien social. Los sistemas sanitarios son producto de la historia y de la cultura de las sociedades en que se desarrollan, y expresan los valores predominantes en las mismas.

Una de las fuentes principales del Estado de bienestar de un país lo constituye la salud, necesidad básica e ineludible y también irrenunciable del ser humano que constituye un derecho fundamental primario, junto con la educación, la cultura, la defensa y la seguridad, y para su logro se requiere de la planificación y la asignación de manera eficiente y eficaz, a través de impuestos o de los presupuestos generales del Estado, de los recursos económicos necesarios (recursos económicos susceptibles de un uso alternativo social) para la obtención de los niveles de salud demandados por la sociedad.

Otra característica importante de los sistemas sanitarios es que a pesar de todo lo que ofrecen tienen una limitada capacidad de producir salud, aproximadamente un 11%, frente al 89% de capacidad que tienen la carga genética (biología humana), los estilos de vida y el medio ambiente (entorno)[1]; esto significa que no por invertir grandes cantidades de recursos en un sistema, el nivel de salud de la población necesariamente aumenta en la misma proporción, sino que, paradójicamente, incluso puede disminuir.

Esto nos lleva a la conclusión de que hay que invertir más a nivel de país en materias de educación sanitaria y prevención que lo que actualmente se está haciendo.

[1] Denver GEA.Soc.Ind Res 1976.

3.1. Sistema de salud español actual

Desde la Ley General de Sanidad de 1986 el sistema de salud español se estructura de la siguiente forma: un gobierno central a través del Ministerio de Sanidad que asume la responsabilidad de áreas estratégicas como:

- la coordinación general y la legislación sanitaria básica;
- la definición de la cartera de servicios básica del SNS;
- la política farmacéutica;
- la educación sanitaria de pre y posgrado;
- la gestión, es decir, el Ministerio tiene el Poder Legislativo, establece los sistemas de información y asegura la cooperación entre las diferentes comunidades autónomas.

Las 17 comunidades autónomas tienen a su vez poderes de planificación y capacidad para organizar sus servicios de salud, respetando la cartera de servicios básica fijada por el gobierno central. Dentro del Ministerio, y con participación de todas las comunidades autónomas, se crea el Consejo Interterritorial del Sistema Público de Salud con la finalidad de promover la cohesión y la calidad del sistema, principios básicos de la Ley de Cohesión y Calidad del SNS del año 2003. El Ministerio es responsable directamente de la planificación, gestión y administración de las ciudades autónomas de Ceuta y Melilla en materia sanitaria por medio del Instituto Nacional de Gestión Sanitaria (INGESA).

Todas las comunidades autónomas deciden cómo organizar y proporcionar los servicios sanitarios y configuran su mapa sanitario con divisiones territoriales en las mencionadas Áreas Sanitarias, que tienen la responsabilidad de dar cobertura sanitaria a la población adscrita a su Área. Esta distribución recientemente está siendo cambiada en alguna de las comunidades autónomas, como la de Madrid, a favor de la creación de un Área Única Sanitaria de gestión y planificación. Las autoridades locales (ayuntamientos) tienen un papel muy limitado de funciones quedando estas relegadas a la salud ambiental e higiene y vacunaciones.

En relación con la financiación, todos los gastos sanitarios públicos se cubren con los impuestos generales del Estado (este modelo cambió en el 2001 sustituyendo al de financiación a través de la Seguridad Social y contribución de empresarios

y trabajadores). La cobertura es universal, con cobertura al 99,8% de la población, incluyendo indigentes y población inmigrante. Los funcionarios pueden optar libremente a la asistencia dentro de la asistencia pública del SNS o por la asistencia sanitaria privada a través de alguna de las aseguradoras concertadas. Existen aseguradoras privadas que ofrecen cobertura adicional complementaria, que a menudo se compra para paliar las largas listas de espera diagnóstica y quirúrgica del SNS. En el 2003 el 18,7% de la población tenía contratado algún tipo de seguro privado.

La asistencia primaria en España es predominantemente pública y los médicos de asistencia primaria actúan, en teoría, como llave de acceso al resto de la asistencia sanitaria y son el primer punto de contacto con el sistema. En el año 2001 había 50 médicos de asistencia primaria por 100.000 habitantes. La asistencia especializada se realiza en hospitales, la mayoría públicos.

Algunos datos de salud sobre la España de 2007, de una población de 43,6 millones de habitantes; una esperanza de vida de 77,6 años los hombres y de 84,1 años las mujeres; un crecimiento anual de la población (2010-2015) de 0,82%; población menor de 15 años de 14,8%; población mayor de 60 años de 22,2%; tasa de fertilidad por mujer de 1,6; tasa bruta de natalidad de 11; tasa bruta de mortalidad de 8,7; con un PIB (en miles de millones de euros) de 1.050; con un crecimiento medio anual del PIB (2002-2007) de 3,8%; y un PIB per cápita de 32.020 $; tiene un gasto sanitario (% del PIB) de 8,4; 3,1 médicos por cada 1.000 habitantes y 3,5 camas de hospital por 1.000 habitantes.

4. Recursos en salud laboral

Podemos encontrar referencias de recursos en salud laboral en escritos del antiguo Egipto, Mesopotamia, así como en los tratados de la Antigua Grecia (Hipócrates). Desde ahí, y a lo largo de la historia, la disponibilidad de recursos sanitarios dedicados a los trabajadores ha ido aparejada a la importancia de las actividades que realizaban, y sobre todo a las obras de construcción.

Centrándonos en España y en los últimos dos siglos, la creación de sistemas de Seguridad Social en la Europa de finales del siglo XIX tiene en la protección de la salud de los trabajadores uno de sus puntos de arranque. En España en 1900 se promulga la Ley de Accidentes de Trabajo (Ley Dato), en 1919 el primer seguro social denominado el "Retiro Obrero", en 1932 se hace obligatorio el aseguramiento del accidente de trabajo en todas las actividades. Esta normativa es la

que da origen a las mutuas y mutualidades de accidentes de trabajo, que siguen funcionando a día de hoy, constituyendo un importante recurso sanitario dedicado al tratamiento y rehabilitación de los trabajadores, dentro de nuestro sistema de Seguridad Social. En 1942 se crea el Seguro Obligatorio de Enfermedad, que aun siendo la base de nuestro actual sistema sanitario público, está basado en una filosofía de curación de trabajadores.

En el Sistema Sanitario y de Seguridad Social española tiene, por tanto, su origen en la salud de los trabajadores. Desde 1900 hasta el año 1962 se establecieron diversos mecanismos de cobertura de riesgos de trabajo y situaciones de necesidad, y se constituyeron los primeros seguros sociales laborales, creándose la primera Ley de Accidentes de Trabajo, aprobada el 30 de enero de 1900, que configura como social el accidente de trabajo y posibilita al empresario la opción de asegurar su responsabilidad. También en esta etapa se crea el Instituto Nacional de Previsión (INP), dando inicio a las medidas reales de protección social, que habrían de ser precursoras de la actual Seguridad Social. En 1919 se creó, también con carácter obligatorio, el seguro de Retiro Obrero para asalariados entre los 16 y 65 años de edad, cuya retribución no superase determinado límite y en el que se concebía la vejez como invalidez por edad. La financiación del seguro era bipartita: participaban las empresas y el Estado. Más tarde, en 1929, las trabajadoras de edades entre 16 y 50 años acogidas al Retiro Obrero quedaron amparadas por un denominado Seguro de Maternidad Obligatorio, que consistía en asistencia médica y monetaria durante el embarazo, y que estaba subvencionado por el Estado, diputaciones, ayuntamientos y, sobre todo, por cuotas obreras y patronales. En 1931 fue creada, a fin de administrar los fondos estatales, la Caja Nacional contra el Paro Forzoso, mediante el otorgamiento de abonos a las entidades aseguradoras por el importe de los subsidios a los desempleados. En 1938 se creó el Fuero del Trabajo, y con esta medida se propició la implantación de un seguro que terminara con la dispersión existente. Después, la Ley de Bases de 1938 ejecutó las declaraciones del Fuero del Trabajo creando un mecanismo de protección familiar: el régimen obligatorio de subsidios familiares. La gestión de estos seguros y subsidios fue asumida por el INP a través de la Caja Nacional de Subsidios Familiares. En 1947 el subsidio se transformó en Seguro de Vejez e Invalidez y solamente podría ser gestionado por el Instituto de Reformas Sociales. De 1953 a 1962 fueron creados también diversos regímenes especiales o seguros sociales de base profesional, como los del sector agrario y del mar, el de los estudiantes y del servicio doméstico, que tuvieron su cobertura reglamentada por leyes, mutualidades y Montepío, respectivamente. Todos ellos fueron contemplados como especiales en la citada Ley de Bases. Por último, de esta etapa precursora merecen destacarse, además, la Protección de la Viudedad en el año 1955; la incorporación de los trabajadores

autónomos al Mutualismo Laboral en 1960; la generalización, en el año 1961, del Seguro de Enfermedades Profesionales a la totalidad de las enfermedades profesionales conocidas; y la creación en el año 1961 del Seguro Nacional de Desempleo.

Entre los años 1956 y 1959 se crean y ponen en marcha los servicios médicos de empresa. La normativa establecía que a partir de los 100 trabajadores, la empresa debía disponer de un servicio sanitario a tiempo parcial, llegando a ser a jornada completa cuando la empresa alcanzaba los 500 trabajadores. Tenía asignadas labores de seguridad e higiene, además de funciones sanitarias. Los servicios médicos de empresa han sido un motor de la Medicina del Trabajo y una referencia para los servicios de prevención actuales.

En 1995 se promulga la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, desarrollo en España de la Directiva 89/391 sobre Seguridad y Salud, conocida como Directiva Marco. Esta ley supone un cambio en la organización de los recursos dedicados a la salud de los trabajadores con la creación de los servicios de prevención. En 1997, se aprueba el RD 39/1997, reglamento de los servicios de prevención, en donde se definen los diferentes tipos de servicios de prevención: propios, ajenos y mancomunados. Los servicios propios o mancomunados deben constituirse a partir de 250 trabajadores en empresas de especial peligrosidad, y a partir de 500 trabajadores en el resto de empresas. No es obligatorio que en la constitución de los mismos se incluyan recursos sanitarios, si bien un tercio de los servicios de prevención propios disponen de personal sanitario[2]; en caso de no disponer, se garantiza la cobertura preventiva sanitaria de los trabajadores a través de los servicios de prevención ajenos, con quien la empresa está obligada a contratar esa actividad preventiva.

Por tanto, sólo en los ajenos es obligatorio contar con recursos sanitarios, y estos están a disposición de las empresas y los trabajadores, constituyendo un importante grupo de profesionales sanitarios dedicados a la salud de los trabajadores, que en el caso de las sociedades de prevención suponen unos 3.500 profesionales sanitarios en 2011 (informe sectorial 2011. ASPREM). De acuerdo a los datos de la ENGE 2009, en el año 2009 se estima que los SPA daban cobertura a unos 8,8 millones de trabajadores, cuando la población laboral estaba en los 17 millones de trabajadores (dato del Ministerio de Empleo, estadísticas laborales). De acuerdo con los datos de la misma encuesta, el 81% de las empresas ofrecen la realización de reconocimientos médicos a sus trabajadores. Según los datos de la VII Encuesta Nacional de Condiciones de Trabajo, el 54,2% de los trabajadores que les ofrecieron

[2] III Encuesta Nacional de Condiciones de Trabajo, INSHT 1997.

un reconocimiento se lo hicieron. Con estos datos podemos aproximar que 3,9 millones de trabajadores se hicieron un reconocimiento médico con un SPA.

En el año 2009 había acreditados un total de 790 servicios de prevención ajenos, de los cuales tenían acreditada la especialidad de Medicina del Trabajo 452 (57,2%). Este dato ha subido hasta el 67,6% en el año 2011, si bien hay menos servicios acreditados.

4.1. Las mutuas de accidentes de trabajo

Los orígenes de las actuales mutuas se remontan a las instituciones de estructura mutualista que habían venido funcionando desde el siglo XII, fundamentalmente Hermandades de Socorro Mutuo, Montepíos y Cofradías. Más actualmente podemos centrar el origen de las actuales entidades colaboradoras de la Seguridad Social en la publicación de la Ley de Accidentes (Ley Dato) en el año 1900. Las antiguas mutuas de accidentes de trabajo actuaban con carácter voluntario y sus principios de funcionamiento se basaban en las antiguas instituciones mutualistas. En aquellos momentos sólo se ocupaban del accidente de trabajo y no es hasta 1961 cuando se incluye la cobertura de la enfermedad profesional.

La Ley de Bases de la Seguridad Social, de 1963, incorpora en el régimen público, junto con el resto de los seguros sociales obligatorios, la cobertura del seguro de accidentes de trabajo; por tanto, desde ese momento se prohíbe la actuación de las compañías privadas de seguros.

Se define a las mutuas como asociaciones voluntarias de empresarios privados constituidas con el único objeto de colaborar en la gestión de las contingencias profesionales. En el año 1995 se amplía esta actividad con la cobertura de la prestación económica por incapacidad temporal por contingencia común y con las funciones como servicio de prevención. En 1998 a la cobertura económica por incapacidad temporal por contingencia común para los trabajadores autónomos, que se amplía en 2004 al accidente de trabajo y la enfermedad profesional. En el año 2000 existen 30 mutuas como resultado del proceso de concentración sectorial iniciado a partir de la aparición del sistema de Seguridad Social español.

Las mutuas en 2014 dan cobertura a 12.383.068 trabajadores, lo que supone el 96,05% de los trabajadores afiliados al sistema de Seguridad Social. El número de accidentes de trabajo atendidos en 2014 ha sido 482.578 mientras que el número de enfermedades profesionales es de 17.390.

Las mutuas disponen de una extensa red sanitaria cuyo origen, como hemos visto, está en la atención a los accidentes de trabajo y enfermedades profesionales, compuesta de 23 hospitales y 975 centros asistenciales repartidos por toda la geografía nacional. Hay además para todos los trámites administrativos de las contingencias gestionadas por las mutuas un total de 435 centros administrativos, dotado con personal no sanitario. En cuanto al personal sanitario, cuentan con 4.523 médicos y 7.442 profesionales sanitarios no médicos.

5. Bibliografía

Asociación de Mutuas de Accidentes de Trabajo (AMAT). Datos de afiliación 2013 y 2014.

Asociación de Mutuas de Accidentes de Trabajo (AMAT). *Estadística de Accidentes de Trabajo 2013 y 2014.*

Asociación de Sociedades de Prevención de Mutuas (ASPREM), *Informe sectorial 2011.*

Antequera Vinagre, J. M.ª; Arias Menéndez, Elena. *Sistema sanitario y recursos humanos: manual para gestores y profesionales.* Instituto de Administración Sanitaria. Madrid. Ediciones Díaz de Santos, 2005.

Cabo Salvador, J. *Gestión sanitaria integral: pública y privada: sistemas de salud y reformas sanitarias en España, Canadá y EE. UU.* Madrid. Centro de Estudios Financieros, 2010.

Encuesta Nacional de Gestión de la Seguridad y Salud en las Empresas. Ministerio de Trabajo e Inmigración, 2009.

VII Encuesta Nacional de Condiciones de Trabajo. Ministerio de Empleo y Seguridad Social, 2011.

OMS. *Preguntas y respuestas en línea,* noviembre de 2005.

6.2. SALUD INTEGRAL Y PROMOCIÓN DE LA SALUD EN EL LUGAR DE TRABAJO: DOS VÍAS HACIA UN ÚNICO FIN

Natalia Venero Galindo
Enfermera del Trabajo, Sociedad de Prevención de FREMAP
Jesús José Otones Pérez
Médico del Trabajo, Sociedad de Prevención de FREMAP

Resumen

El lugar de trabajo se considera como un importante escenario para desarrollar actividades de promoción de la salud.

Las actuaciones en salud laboral que establece el marco normativo y la promoción de la salud en el lugar de trabajo abocan en el fin último que es la salud integral del individuo, en este caso, el trabajador.

Dentro del contexto de la promoción de la salud, esta ha sido considerada no como un estado abstracto sino como un medio para llegar a un fin, como un recurso que permite a las personas llevar una vida individual, social y económicamente productiva.

La salud es un recurso para la vida diaria, no el objetivo de la vida. Se trata de un concepto positivo que acentúa los recursos sociales y personales, así como las aptitudes físicas.

1. Salud integral y promoción de la salud en el lugar de trabajo

El papel predominante que tiene la salud para garantizar el bienestar de las personas es indiscutible, más cuando constituye una condición necesaria para lograr

la productividad y la mejora económica de cualquier organización, así como de la sociedad en su conjunto.

A lo largo de la historia nos hemos encontrado con distintas definiciones del término salud pero lo más adecuado es utilizar aquella definición que está más aceptada por el mayor número de países, que es la fijada por la Organización Mundial de la Salud, que define salud como "el estado de completo bienestar físico, mental, espiritual, emocional y social, y no solamente la ausencia de afecciones o enfermedades". La cita procede del Preámbulo de la Constitución de la OMS, que fue adoptada por la Conferencia Sanitaria Internacional, celebrada en Nueva York del 19 de junio al 22 de julio de 1946, firmada el 22 de julio de 1946 por los representantes de 61 Estados (Official Records of the World Health Organization, nº 2, p. 100), y entró en vigor el 7 de abril de 1948. La definición no ha sido modificada desde 1948.

Este enfoque de la salud daría pie al concepto de salud integral, ya que solamente es posible alcanzar el completo bienestar si se consigue un equilibrio entre los factores físicos, biológicos, emocionales, mentales, espirituales y sociales, que permiten el adecuado desarrollo y crecimiento de la persona en los diferentes ámbitos de su vida.

Durante muchos años se ha priorizado la salud individual, en cambio, nuestras vidas se desarrollan en nuestra comunidad, en el lugar donde trabajamos, en las escuelas y en los lugares en los que disfrutamos de nuestro tiempo de ocio. Es hacia estos contextos a los que deben dirigirse las acciones para proteger y mejorar nuestra salud, así como la de quienes nos rodean y de donde se han de obtener los recursos para implementar medidas de mejora.

En la Carta de Ottawa para la Promoción de la Salud (OMS, Ginebra, 1986) se señala: "La promoción de la salud constituye un proceso político y social global que abarca no solamente las acciones dirigidas directamente a fortalecer las habilidades y capacidades de los individuos, sino también las dirigidas a modificar las condiciones sociales, ambientales y económicas, con el fin de mitigar su impacto en salud pública e individual. La promoción de la salud es el proceso que permite a las personas incrementar su control sobre los determinantes de la salud y, en consecuencia, mejorarla. La participación es esencial para sostener la acción en materia de promoción de la salud".

La promoción de la salud constituye un escalón más dentro del proceso de atención integral, que viene definido por: la asistencia (primaria y especializada), la prevención (primaria, secundaria y terciaria), la adaptación social a un problema crónico (rehabilitación, cuidados, integración) y finalmente la promoción de la salud (referida a la implicación de los individuos en el desarrollo y disfrute de la salud).

Puede establecerse una distinción entre las acciones de promoción de la salud y las de prevención de la enfermedad. Las primeras pretenderían fomentar la salud de los individuos y colectividades promoviendo la adopción de estilos de vida saludables, lo que se podría conseguir mediante intervenciones de información y educación sanitaria desarrolladas en las escuelas, a través de los medios de comunicación de masas, en las empresas o en los centros de atención primaria. Para que sean efectivas estas acciones deben recibir el soporte de los grupos organizados de la comunidad y ser apoyadas por las medidas políticas y legislativas que se estimen necesarias. Con la prevención de la enfermedad, en cambio, se trataría de reducir la incidencia de enfermedades específicas mediante intervenciones concretas y puntuales basadas en los conocimientos científicos aportados por las ciencias médicas (vacunaciones, quimioprofilaxis y quimioprevención, cribados), aplicadas por el sanitario en el marco de la atención primaria, aunque en algunos casos también se pueden llevar a cabo en otros ámbitos (escuelas, empresas, etc.). Las acciones de "promoción de la salud", en cambio, pueden ejecutarse tanto sobre una base colectiva (campañas de información y educación sanitaria de la población, campañas de vacunación, cribados masivos) como individual (consejo de enfermería, vacunaciones personalizadas, quimioprofilaxis y quimioprevención, cribados en la modalidad de búsqueda activa de casos, en el ámbito clínico asistencial).

El lugar de trabajo influye en la salud y en la enfermedad de distintas maneras. El trabajo puede ocasionar enfermedades si los trabajadores han de trabajar en condiciones dañinas para la salud, su formación es inadecuada o carecen del apoyo de sus compañeros. En contrapartida, el trabajo puede ser origen del desarrollo personal y de la mejora de las habilidades personales (Declaración de Luxemburgo).

Es, pues, el lugar de trabajo un importante escenario para la actividad de promoción de la salud por las siguientes razones (INSHT, portal de promoción de la salud en el trabajo):

- Las estructuras para promover la salud y la seguridad ya existen, y pueden utilizarse fácilmente para presentar las actividades dirigidas a esta finalidad.

- El lugar de trabajo ofrece un potencial enorme para llegar a un gran número de personas y dar información y asistencia para mejorar su salud y bienestar.

cursos de formación, charlas, etc., dirigidos tanto a los trabajadores como a los empresarios y a otros profesionales de la prevención de riesgos laborales. La realización del examen de salud propicia un entorno favorable al personal sanitario para educar para la salud y la promoción de actividades saludables.

El envejecimiento de la población trabajadora en las próximas décadas va a suponer nuevos retos para la prevención de riesgos laborales, donde la promoción de la salud en el trabajo juega un importante papel para conseguir que la población laboral se mantenga sana y por lo tanto productiva el mayor tiempo posible.

De este modo, la promoción de la salud en el trabajo será el paso siguiente a la prevención de riesgos laborales, en cuanto que la actuación en ambos ámbitos permitirá no sólo garantizar la salud en el ámbito laboral, sino también generarla.

2. Normativa de referencia

Para poder poner en marcha aquellas actuaciones que mejoren la ganancia de salud se precisa de un marco normativo que facilite a los diferentes actores de la sociedad un correcto funcionamiento. Las acciones de gobierno, a cualquier nivel, las intervenciones públicas o privadas, tienen en mayor o menor grado repercusiones sobre la salud. De ahí que el enfoque de la salud pública actual se dirige a conformar acciones que rebasan el ámbito de los servicios sanitarios y por tanto requieren nuevas formas de organización.

Esta visión de la salud integral, de acción multidisciplinar y también específicamente de promoción de la salud en el lugar de trabajo viene avalada tanto en la normativa general como en la específica de salud laboral.

La Constitución española de 1978 dio un paso clave en el camino de la mejora de la salud de la población al reconocer en su artículo 43 el derecho a su protección, encomendando para ello a los poderes públicos la organización y tutela de la salud pública a través de medidas preventivas y de las prestaciones y servicios necesarios.

"Artículo 43 de la Constitución española:

1. Se reconoce el derecho a la protección de la salud.

2. Compete a los poderes públicos organizar y tutelar la salud pública a través de medidas preventivas y de las prestaciones y servicios necesarios. La ley establecerá los derechos y deberes de todos al respecto.

3. Los poderes públicos fomentarán la educación sanitaria, la educación física y el deporte. Asimismo, facilitarán la adecuada utilización del ocio."

Este mandato constitucional tiene su desarrollo fundamental en la Ley General de Salud Pública y la Ley General de Sanidad, y en cuanto a la salud laboral se refiere, en la Ley de Prevención de Riesgos Laborales y a su desarrollo normativo.

A continuación se muestran aquellos artículos de los diferentes textos de la normativa señalada más directamente relacionados con el tema que nos ocupa.

2.1. Ley 33/2011, de 4 de octubre, General de Salud Pública

Se orienta a ordenar y coordinar los esfuerzos que el conjunto de la sociedad debe hacer para asegurar un buen estado de salud mediante la prevención de la enfermedad y la promoción de la salud. En su preámbulo señala:

"Alcanzar las mayores ganancias de salud, objeto de esta ley, requiere que la sociedad se organice de forma que se fomente, proteja y promueva la salud de las personas, tanto en su esfera individual como colectiva, y que ello se haga desde el riguroso conocimiento científico y con la anticipación necesaria. Esta organización de la sociedad requiere un sistema de salud pública que aúne, coordine y medie en tres ámbitos de acción: 1) el propio de los dispositivos de salud pública; 2) las acciones de prevención y promoción de la salud en los servicios sanitarios; y 3) las acciones y programas que, sin ser sanitarios, tienen efecto sobre la salud y que gestionados adecuadamente pueden alcanzar sus objetivos primarios asegurando al tiempo los mejores resultados en salud."

En otro apartado de su preámbulo:

"Los dispositivos de salud pública, especializados en la salud de la colectividad, vigilan el estado de salud de la población y sus determinantes, advirtiendo de las potenciales ganancias en salud de diferentes políticas o intervenciones; responden a las amenazas sobre la salud de la

población y a las crisis sanitarias; implantan acciones en las áreas de protección de la salud mediante la prevención de los efectos negativos de diversos elementos del entorno tal como consideran la sanidad ambiental, la salud laboral, la seguridad alimentaria o la sanidad exterior; en el área de promoción de la salud, contribuyen a capacitar a la ciudadanía para adoptar de forma informada y libre aquellas decisiones que mejor sirvan a su salud y bienestar; y en el área de la prevención de la enfermedad y de las lesiones, mediante vacunaciones y otras intervenciones poblacionales. Estas actuaciones requieren unas bases comunes de implantación en España que incluya garantías de máxima calidad, una cohesión humana que permita disponer de la mejor inteligencia de salud pública de nuestra sociedad allí donde sea necesaria y una organización que responda a los retos de la salud pública actual."

Se hace referencia al ámbito de la salud laboral:

"Artículo 32. Salud laboral.

La salud laboral tiene por objeto conseguir el más alto grado de bienestar físico, psíquico y social de los trabajadores en relación con las características y riesgos derivados del lugar de trabajo, el ambiente laboral y la influencia de este en su entorno, promoviendo aspectos preventivos, de diagnóstico, de tratamiento, de adaptación y de rehabilitación de la patología producida o relacionada con el trabajo.

Artículo 33. La actuación sanitaria en el ámbito de la salud laboral.

1. La actuación sanitaria en el ámbito de la salud laboral se desarrollará de forma coordinada con los empresarios y los representantes de los trabajadores y comprenderá los siguientes aspectos:

   a) Promoción, con carácter general, de la salud integral de los trabajadores.

   b) Vigilancia de la salud de los trabajadores, individual y colectivamente, para detectar precozmente los efectos de los riesgos para la salud a los que están expuestos.

   c) Desarrollo y actuación en los aspectos sanitarios de la prevención de los riesgos laborales.

   d) Promoción de la información, formación, consulta y participación de los profesionales sanitarios, de los trabajadores y sus representantes legales y de los empresarios en los planes, programas y actuaciones sanitarias en el campo de la salud laboral.

2. La autoridad sanitaria, de forma coordinada con la autoridad laboral, llevará a cabo las siguientes actuaciones además de las ya establecidas normativamente:

   a) Desarrollar un sistema de información sanitaria en salud laboral que, integrado en el sistema de información de salud pública, dé soporte a la vigilancia de los riesgos sobre la salud relacionados con el trabajo.

   b) Establecer un sistema de indicadores para el seguimiento del impacto sobre la salud de las políticas relacionadas con el trabajo.

   c) Impulsar una vigilancia de la salud de los trabajadores a través de la elaboración de protocolos y guías de vigilancia sanitaria específica en atención a los riesgos a los que estén expuestos.

   d) Desarrollar programas de vigilancia de la salud post-ocupacional.

   e) Autorizar, evaluar, controlar y asesorar la actividad sanitaria de los servicios de prevención de riesgos laborales.

   f) Establecer mecanismos para la integración en los sistemas de información públicos del Sistema Nacional de Salud de la información generada por las actividades sanitarias desarrolladas por los servicios de prevención de riesgos laborales y por las mutuas de accidentes de trabajo y enfermedades profesionales de la Seguridad Social en relación con la salud de los trabajadores.

   g) Fomentar la promoción de la salud en el lugar de trabajo, a través del fomento y desarrollo de entornos y hábitos de vida saludables.

   h) Establecer mecanismos de coordinación en caso de pandemias u otras crisis sanitarias, en especial para el desarrollo de acciones preventivas y de vacunación.

i) Cualesquiera otras que promuevan la mejora en la vigilancia, promoción y protección de la salud de los trabajadores y la prevención de los problemas de salud derivados del trabajo.

j) Promover la formación en salud laboral de los profesionales sanitarios de los sistemas sanitarios públicos.

Artículo 34. Participación en salud laboral.

Los empresarios y trabajadores, a través de sus organizaciones representativas, participarán en la planificación, programación, organización y control de la gestión relacionada con la salud laboral en los distintos niveles territoriales."

2.2. La Ley 14/1986, de 25 de abril, General de Sanidad

Estableció como uno de los principios generales que el sistema sanitario se orientase prioritariamente hacia la prevención y la promoción de la salud.

"Artículo 3.1. Los medios y actuaciones del sistema sanitario estarán orientados prioritariamente a la promoción de la salud y a la prevención de las enfermedades.

Artículo 6. Las actuaciones de las Administraciones públicas sanitarias estarán orientadas:

1. A la promoción de la salud.

2. A promover el interés individual, familiar y social por la salud mediante la adecuada educación sanitaria de la población.

3. A garantizar que cuantas acciones sanitarias se desarrollen estén dirigidas a la prevención de las enfermedades y no sólo a la curación de las mismas.

4. A garantizar la asistencia sanitaria en todos los casos de pérdida de la salud.

5. A promover las acciones necesarias para la rehabilitación funcional y reinserción social del paciente."

De las actuaciones sanitarias del sistema de salud:

"Artículo 18. Las Administraciones públicas, a través de sus servicios de salud y de los órganos competentes en cada caso, desarrollarán las siguientes actuaciones:

1. Adopción sistemática de acciones para la educación sanitaria como elemento primordial para la mejora de la salud individual y comunitaria.

2. La atención primaria integral de la salud, incluyendo, además de las acciones curativas y rehabilitadoras, las que tiendan a la promoción de la salud y a la prevención de la enfermedad del individuo y de la comunidad."

El capítulo IV está dedicado a la salud laboral:

"Artículo 21.

1. La actuación sanitaria en el ámbito de la salud laboral comprenderá los siguientes aspectos:

   a) Promover con carácter general la salud integral del trabajador.

   b) Actuar en los aspectos sanitarios de la prevención de los riesgos profesionales.

   c) Asimismo, se vigilarán las condiciones de trabajo y ambientales que puedan resultar nocivas o insalubres durante los periodos de embarazo y lactancia de la mujer trabajadora, acomodando su actividad laboral, si fuese necesario, a un trabajo compatible durante los periodos referidos.

   d) Determinar y prevenir los factores de microclima laboral en cuanto puedan ser causantes de efectos nocivos para la salud de los trabajadores.

   e) Vigilar la salud de los trabajadores para detectar precozmente e individualizar los factores de riesgo y deterioro que puedan afectar a la salud de los mismos.

f) Elaborar junto con las autoridades laborales competentes un mapa de riesgos laborales para la salud de los trabajadores. A estos efectos, las empresas tienen obligación de comunicar a las autoridades sanitarias pertinentes las sustancias utilizadas en el ciclo productivo. Asimismo, se establece un sistema de información sanitaria que permita el control epidemiológico y el registro de morbilidad y mortalidad por patología profesional.

g) Promover la información, formación y participación de los trabajadores y empresarios en cuanto a los planes, programas y actuaciones sanitarias en el campo de la salud laboral.

2. Las acciones enumeradas en el apartado anterior se desarrollarán desde las áreas de salud a que alude el capítulo III del título III de la presente ley.

3. El ejercicio de las competencias enumeradas en este artículo se llevará a cabo bajo la dirección de las autoridades sanitarias, que actuarán en estrecha coordinación con las autoridades laborales y con los órganos de participación, inspección y control de las condiciones de trabajo y seguridad e higiene en las empresas.

Artículo 22. Los empresarios y trabajadores a través de sus organizaciones representativas participarán en la planificación, programación, organización y control de la gestión relacionada con la salud laboral en los distintos niveles territoriales."

En cuanto a la organización del sistema sanitario público se desarrolla en el título III de la ley:

De la organización general del sistema sanitario público:

"Artículo 46. Son características fundamentales del Sistema Nacional de Salud:

a) La extensión de sus servicios a toda la población.

b) La organización adecuada para prestar una atención integral a la salud, comprensiva tanto de la promoción de la salud y prevención de la enfermedad como de la curación y rehabilitación."

De las áreas de salud:

"Artículo 56.2. [...] En todo caso, las áreas de salud deberán desarrollar las siguientes actividades:

a) En el ámbito de la atención primaria de salud, mediante fórmulas de trabajo en equipo, se atenderá al individuo, la familia y la comunidad; desarrollándose, mediante programas, funciones de promoción de la salud, prevención, curación y rehabilitación, a través tanto de sus medios básicos como de los equipos de apoyo a la atención primaria.

Artículo 63. La zona básica de salud es el marco territorial de la atención primaria de salud donde desarrollan las actividades sanitarias los centros de salud, centros integrales de atención primaria.

Los centros de salud desarrollarán de forma integrada y mediante el trabajo en equipo todas las actividades encaminadas a la promoción, prevención, curación y rehabilitación de la salud, tanto individual como colectiva, de los habitantes de la zona básica; a cuyo efecto serán dotados de los medios personales y materiales que sean precisos para el cumplimiento de dicha función.

Como medio de apoyo técnico para desarrollar la actividad preventiva, existirá un laboratorio de salud encargado de realizar las determinaciones de los análisis higiénico-sanitarios del medio ambiente, higiene alimentaria y zoonosis.

Artículo 68. Los centros hospitalarios desarrollarán, además de las tareas estrictamente asistenciales, funciones de promoción de salud, prevención de las enfermedades e investigación y docencia, de acuerdo con los programas de cada área de salud, con objeto de complementar sus actividades con las desarrolladas por la red de atención primaria."

2.3. Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales y Desarrollo Reglamentario

Marco de la actuación en salud laboral. Avala las actuaciones de las Administraciones públicas en lo que compete a la salud laboral en materia sanitaria y arbitra la colaboración, más allá de la específica vigilancia de la salud, a la promoción de la salud en el lugar de trabajo.

"Artículo 10. Actuaciones de las Administraciones públicas competentes en materia sanitaria.

Las actuaciones de las Administraciones públicas competentes en materia sanitaria referentes a la salud laboral se llevarán a cabo a través de las acciones y en relación con los aspectos señalados en el capítulo IV del título I de la Ley 14/1986, de 25 de abril, General de Sanidad, y disposiciones dictadas para su desarrollo.

En particular, corresponderá a las Administraciones públicas citadas:

a) El establecimiento de medios adecuados para la evaluación y control de las actuaciones de carácter sanitario que se realicen en las empresas por los servicios de prevención actuantes. Para ello, establecerán las pautas y protocolos de actuación, oídas las sociedades científicas, a los que deberán someterse los citados servicios.

b) La implantación de sistemas de información adecuados que permitan la elaboración, junto con las autoridades laborales competentes, de mapas de riesgos laborales, así como la realización de estudios epidemiológicos para la identificación y prevención de las patologías que puedan afectar a la salud de los trabajadores, así como hacer posible un rápido intercambio de información.

c) La supervisión de la formación que, en materia de prevención y promoción de la salud laboral, deba recibir el personal sanitario actuante en los servicios de prevención autorizados.

d) La elaboración y divulgación de estudios, investigaciones y estadísticas relacionados con la salud de los trabajadores.

Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención (BOE, nº 27, 31 de enero de 1997).

Capítulo VII. Colaboración con el Sistema Nacional de Salud.

En el artículo 38 de dicho capítulo, en relación con la colaboración de los servicios de prevención con el Sistema Nacional de Salud, se indica que:

De acuerdo con lo establecido en el artículo 10 de la Ley 31/95 de Prevención de Riesgos Laborales y artículo 21 de la Ley 14/86 General de Sanidad, el servicio de prevención colaborará con los servicios de atención primaria de salud y de asistencia sanitaria, especializada para el diagnóstico, tratamiento y rehabilitación de enfermedades relacionadas con el trabajo, y con las Administraciones sanitarias competentes en la actividad de salud laboral que se planifique, siendo las unidades responsables de salud pública del área de salud, que define la Ley General de Sanidad, las competentes para la coordinación entre los servicios de prevención que actúen en esa área y el sistema sanitario. Esta coordinación será desarrollada por las comunidades autónomas en el ámbito de sus competencias.

Real Decreto 843/2011, de 17 de junio, por el que se establecen los criterios básicos sobre la organización de recursos para desarrollar la actividad sanitaria de los servicios de prevención.

Artículo 3. Actividades sanitarias de los servicios de prevención.

e) Impulsar programas de promoción de la salud en el lugar de trabajo, en coordinación con el Sistema Nacional de Salud."

3. Bibliografía

Comisión de las Comunidades Europeas. *Libro Blanco Juntos por la Salud: un planteamiento estratégico para la UE (2008-2013).* Bruselas, 2007. COM (2007) 630 final.

De la Vigilancia de la Salud a la Promoción de la Salud en el Trabajo. Pamplona. Prevención Navarra, Sociedad de Prevención de Mutua Navarra, S.L. Unipersonal.

España. Ley 33/2011, de 4 de octubre, General de Salud Pública. *BOE,* nº 240, de 5 de octubre de 2011.

España. Ley 14/1986, de 25 de abril, General de Sanidad. *BOE,* nº 102, de 29 de abril de 1986.

España. Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales. *BOE,* nº 269, de 10 de noviembre de 1995. Última modificación: 28 de septiembre de 2013.

España. Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, del INSHT. *BOE*, nº 27, 31 de enero de 1997, p. 3.031.

España. Real Decreto 843/2011, de 17 de junio, por el que se establecen los criterios básicos sobre la organización de recursos para desarrollar la actividad sanitaria de los servicios de prevención.

Glosario de Promoción de la Salud. World Health Organization. http://www.who.ch/hep.

http://ocw.unican.es/ciencias-de-la-salud/promocion-de-la-salud/material-de-clase/introduccion

http://www.insht.es/portal/site/PromocionSalud

World Health Organization. Healthy Work Approach. Geneva. World Health Organization, 1997 (Document WHO/HPR/HEP 97.2).

World Health Organization. Ottawa Charter on Health Promotion. Geneva. World Health Organization, 1997 (Document WHO/HPR/HEP/95.1).

World Health Organization. *Constitution*. WHO, 1948.

6.3. DEFINICIÓN Y ESTABLECIMIENTO DE ESTRATEGIAS, PROGRAMAS Y CAMPAÑAS EN UNA EMPRESA PROMOTORA DE SALUD O EMPRESA SALUDABLE: IMPORTANCIA DEL MODELO EPIDEMIOLÓGICO

Gema Mancebo Espinosa
DUE, especialista en Enfermería del Trabajo, adjunta del área sanitaria de Grandes Clientes de la Sociedad de Prevención de FREMAP

Resumen

Actualmente, el mundo del trabajo está experimentando grandes cambios y este es un proceso que va a continuar en los próximos años. El futuro de las empresas depende, en gran medida, de que su personal esté bien preparado, motivado y sano.

La promoción de la salud en el trabajo (PST) puede jugar un papel fundamental en la preparación y equipamiento de los trabajadores y las organizaciones para afrontar estos cambios. Para ello es fundamental una cooperación multisectorial y multidisciplinar, y sólo puede ser eficaz si hay un compromiso de todos los integrantes de la empresa, y debe estar basada en el establecimiento de estrategias fundamentadas científicamente en estudios específicos, eficientes y eficaces que permitan alcanzar el fin perseguido en cuanto a la mejora de la salud de la población trabajadora, así como a su entorno más cercano.

En la Declaración de Luxemburgo, la PST se definió como el esfuerzo conjunto de los empresarios, los trabajadores y la sociedad para mejorar la salud y el bienestar de las personas en el lugar de trabajo mediante actividades dirigidas a:

- Mejorar la organización y las condiciones de trabajo.
- Promover la participación activa.
- Fomentar el desarrollo individual.

Los principales objetivos de la Red Europea de Promoción de la Salud en el Trabajo consisten en:

- Favorecer y facilitar el intercambio de información, experiencias y buenas prácticas en promoción de la salud tanto a nivel europeo como nacional.
- Desarrollar estudios de situación y proyectos transnacionales en temas de interés común para sus miembros.
- Poner en marcha y mantener una estructura europea para dar apoyo a las iniciativas europeas y a las correspondientes estructuras nacionales.
- Poner a disposición de los agentes relevantes tanto herramientas y métodos como argumentos y evidencia de la efectividad de las intervenciones de promoción de la salud.

1. Introducción

Desde hace algunos años, las organizaciones tienden a cambiar la mentalidad y centrar sus esfuerzos y recursos en que la salud de sus trabajadores tenga un alcance más allá del entorno estrictamente laboral y de lo marcado en el cumplimiento de la ley por parte del empresario.

La Organización Mundial de la Salud ha ido elaborando, a través de diferentes convenciones, reuniones y actos, una serie de cartas sobre promoción de la salud que recogen los principales aspectos y principios en relación con este asunto, de entre los que podemos destacar, por su mayor relevancia e importancia:

- Asegurar que el ambiente que está más allá del control de los individuos sea favorable a la salud.
- Combinar métodos o planteamientos diversos pero complementarios que incluyan la comunicación, educación, legislación, medidas fiscales, cambio organizativo y desarrollo comunitario en la acción promotora de la salud.
- Buscar y facilitar la participación efectiva de la población, favoreciendo la autoayuda y animando a las personas a encontrar su manera de promocionar la salud de sus comunidades.

- Los profesionales sanitarios, especialmente los dedicados a la atención primaria, desempeñan un papel de la máxima relevancia en el apoyo y facilitación de la promoción de la salud, más allá de las organizaciones e instituciones responsables de la misma de forma global.

Algunos de los desafíos prioritarios en promoción de la salud, según diferentes informes de la OMS, son:

- Implementar políticas integrales en promoción de la salud.
- Incorporar adecuadamente el concepto de determinantes sociales en el quehacer de la promoción.
- Lograr un real trabajo interdisciplinario e intersectorial.
- Desarrollar estrategias que se sostengan en el tiempo, donde las comunidades sean las protagonistas.
- Formar adecuadamente a los profesionales que se desempeñan en este ámbito.
- Desarrollar sistemas de evaluación que permitan dar cuenta del real impacto de estas intervenciones.
- Fortalecer el componente preventivo-promocional en el quehacer del sistema de salud y sus servicios.

Uno de los modelos actuales para el diseño, implementación y evaluación de proyectos y programas en promoción de la salud es el "modelo de mejores prácticas", en el que se consideran, entre otros y como de gran relevancia, aspectos tales como:

- La necesidad de una definición clara del problema/desafío.
- Los objetivos y resultados esperados.
- La población objetivo.
- Los supuestos-valores-creencias.
- Las teorías.
- La evidencia.
- El ámbito ético.
- La metodología.
- Las formas de evaluación.

La promoción de la salud cuenta con varias estrategias centrales para alcanzar sus objetivos, debiendo estar siempre encuadradas en dichas estrategias de buenas prácticas en promoción de la salud. Algunas de las estrategias a destacar son:

- Abordaje por contextos-entornos para promoción de la salud.
- Comunidad y desarrollo comunitario.
- Trabajo interdisciplinario e intersectorial.
- Educación en promoción de la salud.
- Comunicación en promoción de la salud.
- Políticas públicas saludables e inclusión social.

2. Definición y establecimiento de estrategias en una empresa promotora de salud

La palabra "estrategia" proviene del griego *Stratos* (ΣΤΡΑΤΗΓΙΚΗΣ) = Ejército y Agein = conductor o guía.

Desde el punto de vista científico-matemático, es un proceso regulable, conjunto de reglas que aseguran una decisión óptima en cada momento.

Aunque tiene aplicación en distintas actividades y contextos, la estrategia siempre es un conjunto de acciones planificadas sistemáticamente, en el tiempo, que se llevan a cabo para conseguir un determinado fin, misión u objetivo.

En nuestro caso, el contexto a aplicar, además del ámbito de la Salud, es el de "planificación estratégica", entendiendo por ello el procedimiento de desarrollo e implementación de planes para alcanzar determinados propósitos u objetivos.

3. Definición de programa en una empresa promotora de salud

Como vocablo polisémico que es, son muchos los ámbitos de aplicación del término "programa", pero en el contexto de salud, y tal y como suele ser usado por la OMS, se entiende por programa un "proyecto ordenado de actividades" que contempla aquellas operaciones necesarias para llevar a cabo un determinado proyecto.

Los programas de salud están creados con distintas misiones y visiones, pero cada uno persigue el mismo objetivo, que es brindar atención eficaz y eficiente a la población y organizar las acciones para la prevención de enfermedades y fomentar el cuidado de la salud.

Los programas de salud deben incluirse en el plan estratégico de la empresa. Es necesario asumir los objetivos y las iniciativas, integrándolas en una estrategia superior que incluya políticas de conciliación, etc.

El objetivo de los programas y campañas desarrolladas es concienciar a la población acerca de la importancia que tienen los comportamientos en el proceso de enfermar y la necesidad de incorporar hábitos saludables para prevenir, mejorar y mantener su estado de salud.

Para asegurar el éxito y sostenibilidad de los programas implantados en el ámbito de la empresa deben acompañarse de iniciativas dirigidas a fortalecer los recursos, promover la concienciación del trabajador y demandar el desarrollo de estrategias específicas y personalizadas según las necesidades detectadas en la población objeto de estudio.

Por lo tanto, el programa de salud es un instrumento para hacer operativas las políticas de salud a través de la planeación, ejecución y evaluación de acciones de promoción, prevención, tratamiento y recuperación de la salud.

De esta forma, podríamos entender como ejemplos de programas:

- Programa de protección a la maternidad.
- Programa de salud cardiovascular.
- Programa de prevención del cáncer de mama.
- Etc.

4. Definición de campaña en una empresa promotora de la salud

Es el conjunto de actos o esfuerzos de índole diversa, que se aplican para conseguir un fin determinado, contemplando el periodo de tiempo en el que se realizarán las actividades encaminadas a la consecución del mismo.

La finalidad principal de una campaña de salud pública es "la transmisión de un determinado mensaje", intentando asegurar que este "llegue a la población objetivo de la misma" y que se obtengan los beneficios o fines en ella definidos, acordes y en consonancia con el programa al que pertenecen.

Las campañas de salud son específicas y conllevan actuaciones muy concretas a todos los niveles del ámbito de la empresa, tanto individual como interpersonal, organizacional, ambiental y social.

Las campañas de salud deben cumplir con unos requisitos que hagan que sean efectivas y nos ayuden a la consecución del fin establecido previamente:

- Ofrecer un enfoque positivo de la salud, poniendo énfasis en los beneficios de adoptar hábitos saludables.
- Actuar sobre los distintos escenarios que influyen en la adopción de hábitos y la formación de valores: la familia, la escuela, el sistema sanitario y el ámbito laboral.
- Proponer un conjunto de acciones novedosas para la promoción y la educación para la salud, que tienen como objetivo alcanzar el máximo grado de participación de los destinatarios.
- Debe contemplar acciones de formación, información, investigación e intervención.

Es importante tener en cuenta que la prevención funciona a medio y largo plazo. Poner en marcha campañas más o menos oportunistas, buscando un efecto inmediato, no suele dar el resultado deseado.

Para ello, se pueden utilizar diferentes recursos que, combinados, forman los elementos constituyentes de cada campaña, pudiendo utilizar uno o varios de los siguientes medios de información-educación-divulgación:

- Pósters.
- Dípticos.
- Trípticos.
- Documentos informativos.
- Documentos monográficos.
- Charlas informativas y/o divulgativas.

Son ejemplos de campañas incluidas en posibles diferentes programas:

Programa	Campaña
Salud de la mujer	• Detéctalo a tiempo y vence el cáncer de mama. • Osteoporosis NO, huesos sanos SÍ. • Cuida tu salud, cómo prevenir el cáncer de ovario. • Etc.
Prevención cardiovascular	• Toma el control de tu corazón, controla tu tensión arterial. • Dale respiro a tu corazón, deja de fumar. • Alimentación saludable, corazón sano. • Etc.
Prevención ocular	• Tus ojos también envejecen, cuídalos. • No juegues con tus ojos, cuida tu diabetes. • Cuida tu presión ocular y ayuda a prevenir el glaucoma. • Etc.

5. Importancia del modelo epidemiológico

El establecimiento de estrategias, programas y campañas en una empresa promotora de salud o empresa saludable debe estar fundamentado en los resultados obtenidos de la Unidad Médica Epidemiológica (UME) como el conjunto de recursos materiales y humanos que tienen como finalidad establecer el modelo, a partir del cual, poder conocer la realidad epidemiológica en un momento dado.

Este modelo deberá evaluar y estudiar la información obtenida en dichos estudios, con la finalidad de establecer las acciones y recomendaciones que se deriven de los hallazgos objetivados.

Para todo ello, es conveniente definir y establecer una unidad de vigilancia epidemiológica (UVE), con la finalidad de asignar los recursos destinados a esta última, que tendrá como objetivo la explotación y estudio de los datos sujetos a investigación para la correspondiente posterior emisión de los informes epidemiológicos.

Esto nos debería llevar a agrupar y reunir, en un sistema "interrogable", los distintos elementos que nos permitan conocer, en un momento dado, los factores que condicionan y determinan una enfermedad concreta y su dinámica de desarrollo

y aparición, así como la situación derivada del desarrollo de nuestra actividad como servicio de prevención ajeno dentro de la disciplina de la Medicina del Trabajo.

Dicho sistema es lo que se conoce como un "sistema de vigilancia epidemiológica", que se diseña y estructura con la finalidad de mantener bajo observación todos los factores o causas desencadenantes o causales, o lo que es lo mismo, para identificar y observar los agentes etiológicos, fisiológicos y fisiopatológicos de una determinada enfermedad y, además, poder valorar la eficacia de nuestras acciones o recomendaciones médico-preventivas y el nivel de calidad de las mismas.

Podríamos definir la vigilancia epidemiológica como la recolección sistemática, continua, oportuna y confiable de información relevante y necesaria sobre algunas condiciones de salud de la población. El análisis e interpretación de los datos así obtenidos debe proporcionar bases para la toma de decisiones y, al mismo tiempo, ser utilizada para su difusión y posicionamiento de nuestra empresa ante la sociedad, científica y civil.

Los datos que se obtengan a través de este sistema contribuirán a la información necesaria para que, sobre bases precisas y sólidas, puedan establecerse guías de acción, y hacerse recomendaciones adecuadas para adoptar medidas de control y preventivas eficaces, eficientes y ajustadas a una situación preventiva más específica. El estudio y seguimiento de los parámetros o situaciones a evaluar será llevado a cabo por lo que podríamos denominar unidad de vigilancia epidemiológica.

Son muchas las definiciones existentes de vigilancia epidemiológica en función de su ámbito de aplicación, si bien, todas las definiciones identifican la vigilancia epidemiológica como la recolección sistemática de información sobre problemas específicos de salud en poblaciones, su procesamiento y análisis, y su oportuna utilización por quienes deben tomar decisiones de intervención para la prevención y control de los riesgos o daños correspondientes.

La vigilancia epidemiológica se enfoca, principalmente, hacia eventos o casos ya ocurridos, pero cobra cada vez más fuerza la necesidad de hacerlo también sobre los factores de riesgo que son causa o facilitan la ocurrencia de una situación de riesgo o una determinada enfermedad o daño a la salud.

Por tanto, la vigilancia epidemiológica podría quedar definida como el conjunto de actividades que permite reunir la información indispensable para conocer en todo momento la conducta o historia natural de la enfermedad, ya sea fuera o dentro del marco laboral, y a través de ello, detectar o prevenir cualquier cambio

que pudiera ocurrir debido a posibles alteraciones en los factores condicionantes de la misma, con la finalidad de recomendar, de forma correcta y sobre bases firmes, las medidas preventivas más eficaces y eficientes posibles que permitan una correcta prevención y control de la enfermedad.

Esta vigilancia epidemiológica es especialmente importante en el caso de prevenir posibles enfermedades profesionales en situaciones que afecten a trabajadores especialmente sensibles o en los casos de protección a la procreación (maternidad y paternidad).

El propósito de la vigilancia epidemiológica es estar en condiciones de recomendar, sobre bases objetivas y científicas (basadas en una determinada realidad epidemiológica), las medidas de acción más adecuadas a corto, medio y largo plazo, con la finalidad de controlar un problema o de prevenirlo.

La vigilancia epidemiológica es un requisito indispensable en los programas de prevención y control, abarcando todas las actividades necesarias para adquirir el conocimiento sobre el que se deben fundamentar las medidas y actuaciones que vayamos a adoptar.

Para ello, deberá proporcionar una información real y basada en los datos obtenidos a partir de los estudios realizados, debiendo ser recabada y obtenida en el momento y lugar en los que sea necesaria.

De esta forma, la vigilancia epidemiológica constituye el sistema de información (a través de la explotación de datos) que sirve de base para el establecimiento de procedimientos fundamentados en la tríada información-decisión-control sobre las enfermedades, a través del cual poder hacer recomendaciones específicas, realizar control de la eficacia de las medidas preventivas implantadas y establecer planificaciones basadas en una determinada realidad epidemiológica.

6. Conclusiones

La gestión de la salud en el lugar de trabajo es una inversión de futuro y está tomando relevancia en nuestro país en los últimos años.

Las empresas deben dar un salto cualitativo que sitúe la salud de su trabajadores como objetivo de trabajo corporativo incluido en su plan estratégico, que lleve implícito el compromiso de promover un cambio en la actitud de los empleados,

enfocado a mejorar su estado de salud y creando e implantando las medidas y el entorno adecuado para que puedan conseguirlo.

Vivir en salud en el ámbito laboral lleva consigo un conjunto de acciones promovidas y encaminadas a un fin muy concreto, ser empresas promotoras de bienestar, y a través de los recursos y habilidades necesarios que les permita ser capaces de mejorar y mantener la salud y el bienestar físico, psíquico y social de sus trabajadores.

La mentalidad actual debe dirigirse a un concepto muy concreto: "Gente sana en empresas sanas". Esta visión estratégica de la salud de los trabajadores supone un cambio cultural en la organización que debe involucrar a todos los integrantes de la organización, sin excepción.

La seguridad y la salud en el trabajo han contribuido significativamente a la disminución de los accidentes y a la prevención de las enfermedades profesionales. Sin embargo, se ha hecho evidente que la OHS por sí sola no puede hacer frente a los retos mencionados anteriormente.

La promoción de la salud en el lugar de trabajo puede redundar en una disminución de las enfermedades y los costes derivados de ellas, en un incremento de la productividad, así como en una población trabajadora más sana, más motivada, con la moral más alta y con un mejor clima laboral.

La gestión de la salud de los trabajadores dentro de la empresa conlleva un trabajo previo de recogida de información a través de estudios epidemiológicos que permite tener un diagnóstico real de la salud de sus trabajadores y, como consecuencia, una toma de decisiones en función del mismo. Es fundamental que las organizaciones dispongan de sistemas de medición, seguimiento y evaluación de los diferentes programas implantados.

7. Bibliografía

Agencia Europea de Seguridad y Salud en el Trabajo (EU-OSHA), 2002.

Carta de Ottawa para la promoción de la salud. Disponible en: http://www.cepis.ops-oms.org/bvsdeps/.

Castellá López, J. L. "Calidad y servicios de prevención de riesgos laborales". *Med Segur Trab* 2009, sep [citado el 17 de mayo de 2010]; 55(216): 10-11. Disponible en: http://scielo.isciii.es/scielo.

Declaración de Yakarta. Promoción de la salud del siglo XXI. Yakarta, julio de 1997.

Instituto Navarro de Salud Laboral. Disponible en: http://iaprl.asturias.es/export/sites/ default/es/portada/Empresas_Saludables.pdf.

La Comisión Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (CNSST).

Manual para la vigilancia epidemiológica del cólera en México. Secretaría de Salud. 3.ª Edición. México, 2001.

Martínez-Navarro, F., *et cols. Vigilancia epidemiológica.* Madrid. Mc Graw-Hill Interamericana, 2004.

Muñoz, F., López-Acuña, D., Halverson, P., Guerra-de-Macedo, C., Hanna, W., Larrieu, M., Ubilla, S., Zeballos, J. L. "Las funciones esenciales de la salud pública: un tema emergente en las reformas del sector de la salud". *Rev Panam Salud Pública* 2000; l 8, n.º 1-2. Washington.

Observatorio Go Fit. Disponible en: http://www.go-fit.es/images/Productividad_empresa_ saludable.pdf.

Organización Mundial de la Salud (OMS). *The Health - Promoting Workplace: Making it Happen.* Documento WHO/HPR/HEP/98.9. p.1 Geneva. OMS, 1998.

Organización Mundial de la Salud (OMS) - Organización Panamericana de la Salud (OPS). *Estrategia de Promoción de la Salud en los Lugares de Trabajo (PSLT) en América Latina y el Caribe.* San José de Costa Rica, marzo de 2000, p. 4.

PAHO (Pan American Health Organization), OPS-OMS. *Guía para el diseño, implementación y evaluación de sistemas de vigilancia epidemiológica de lesiones.* Disponible en: http://new.paho.org/hq/index.php?lang=es y www.paho.org/Spanish/AD/DPC/NC/guidelines-5-sp.PDF.

Spena, A., Cárdenas, G. L. *Vigilancia epidemiológica: epidemiología y estadística* (Monográfico). Gerencia de Servicios Asistenciales de Salud. Caracas. Universidad Católica "Andrés Bello", febrero de 2010.

The European Network for Workplace Health Promotion (ENWHP), 1996.

Vigilancia epidemiológica. Curso de Gestión Local de Salud para Técnicos de Primer Nivel de Atención. Décima Unidad Modular. Centro de Desarrollo Estratégico e Información en Salud y Seguridad Social (CENDEISSS). Escuela de Salud Pública. Facultad de Medicina. Universidad de Costa Rica.

World Health Organization (WHO). *Declaración de Luxemburgo sobre Promoción de la Salud en el Lugar de Trabajo.* Documento técnico WHO. Luxemburgo, noviembre de 1997.

World Health Organization (WHO). Declaración de Sundsvall sobre los Ambientes Favorables a la Salud. Documento WHO. Sundsvall, 1991.

6.4. LAS CAPACIDADES FUNCIONALES Y LOS HÁBITOS DE VIDA COMO FACTORES CORRECTORES O COMPENSADORES DEL ENVEJECIMIENTO

José Antonio Díaz García
Especialista en Medicina del Trabajo, coordinador de área de Medicina del Trabajo de Andalucía Oriental, FREMAP Seguridad y Salud

Resumen

La población está sufriendo un proceso de envejecimiento generalizado que afecta a la mano de obra, generando la aparición de problemas de salud entre la población trabajadora que antes eran más frecuentes en la población mayor que había dejado de trabajar. Sin embargo, existen evidencias científicas de que la modificación de los hábitos de vida puede compensar la aparición de los problemas de salud mencionados. Vamos a analizar ese envejecimiento, sus efectos y cómo compensarlos para mantener la capacidad funcional.

1. Introducción

El envejecimiento de la población se está produciendo en casi todos los países del mundo como resultado de un descenso de la mortalidad y, lo más importante, de una disminución de la fertilidad. Este proceso conduce a una reducción relativa de la proporción de niños y un incremento de la de personas en edad de trabajar y de las personas mayores en la población. La proporción global de gente mayor (de 60 o más años) se ha incrementado de un 9,2% en 1990 al 11,7% en 2013, y continuará creciendo con una proporción en la población mundial que alcanzará en 2050 el 21,1%.

Se prevé que las personas mayores sobrepasarán al número de niños por primera vez en 2047. Actualmente, dos tercios de las personas mayores del mundo viven en países en desarrollo. Dado que la población mayor de las regiones menos desarrolladas está creciendo de forma más rápida que en los países desarrollados, las previsiones son que las personas mayores se concentrarán mayoritariamente en las regiones menos desarrolladas del mundo. En 2050, casi 8 de cada 10 personas mayores vivirán en las regiones menos desarrolladas.

El envejecimiento de la población tiene graves consecuencias sociales y económicas. La "proporción de mayores mantenidos" (número de adultos en edad de trabajar por persona mayor en la población) es actualmente baja en las regiones más desarrolladas y en algunos países en desarrollo, y se espera que continúe cayendo en las décadas venideras, con la resultante presión fiscal para los sistemas de mantenimiento de la gente mayor. Mientras la población vive una vida más larga en casi todas partes, la prevalencia de enfermedades no transmisibles y de las discapacidades aumentan proporcionalmente a la edad.

En el lado positivo, el envejecimiento de la población y el aumento de la prevalencia de las enfermedades no transmisibles se originan en las tendencias mayoritariamente positivas de reducción drástica de la mortalidad infantil y de adultos y la disminución de la fertilidad. Además, las personas mayores pueden progresivamente vivir de manera autónoma (solo o con sólo su cónyuge), y en casi todos los países, mantenerse económicamente con sus propios ingresos laborales, ingresos de sus activos, así como a través de las ayudas públicas. En la mayor parte los países con datos adecuados, las personas de más edad hacen contribuciones financieras netas a los miembros jóvenes de la familia, hasta las edades más avanzadas.

En la mayoría de los países desarrollados las poblaciones ya han envejecido. Por el contrario, en un gran número de países en desarrollo se prevé que experimentarán altas ratios de sostenimiento económico que se incrementarán en los próximos años o décadas, y por lo tanto pueden beneficiarse significativamente del "dividendo demográfico", a condición de que un mercado de trabajo adecuado y otras políticas permitan una productiva absorción de la creciente población en edad de trabajar y por el aumento de las inversiones en el capital humano de los niños y jóvenes.

La población de edad está envejeciendo por sí misma. A nivel mundial, la proporción de personas mayores de 80 años o más (la "edad más avanzada") dentro de la población de más edad fue del 14% en 2013 y se espera que alcance el 19% en 2050. Si se realiza esta proyección, habrá 392 millones de personas mayores de 80 años o más para el año 2050, más de tres veces superior a la actual.

La población de más edad es predominantemente femenina. Debido a que las mujeres tienden a vivir más que los hombres, las mujeres mayores sobrepasan a los hombres mayores casi en todas partes. En 2013, a nivel mundial, había 85 hombres por cada 100 mujeres en el grupo de edad de 60 años o más, y 61 hombres por cada 100 mujeres en el grupo de edad de 80 años o más. Se espera que estos ratios de género aumenten moderadamente durante las próximas décadas, lo que refleja una mejora previsible de la mortalidad en la vejez ligeramente más rápida entre los hombres que en las mujeres.

A nivel mundial, el 40% de las personas mayores de 60 años o más viven de forma independiente, eso quiere decir, solo o con el cónyuge. La vida independiente es mucho más común en los países desarrollados, donde las tres cuartas partes de las personas mayores viven de forma independiente, en comparación con sólo una cuarta parte de los países en desarrollo y sólo una octava parte de los países menos desarrollados. Con el desarrollo de los países, sus poblaciones continúan envejeciendo, el vivir solos o con un cónyuge probablemente se convierta en algo mucho más frecuente en las personas mayores en el futuro.

Los ingresos laborales de las personas mayores son las principales fuentes de apoyo económico en la vejez, sobre todo en los países en desarrollo. Las pensiones públicas son una fuente importante de soporte de la vejez en los países desarrollados y en algunos países en desarrollo con importantes coberturas de seguridad social, mientras que los ingresos de los activos financieros son otra parte sustancial del consumo de las personas mayores, especialmente en los países con sistemas de pensiones menos amplios. En la mayoría de los países con datos disponibles, las personas de edad son contribuyentes netos de los ingresos familiares.

En gran parte de África, la prevalencia de la pobreza entre las personas mayores es más baja o sólo un poco más alta que la media de la población total, mientras que en América Latina la prevalencia de la pobreza entre la población de más edad es muy variable, desde niveles mucho más bajos que la media en los países del Cono Sur, hasta niveles mucho más altos que la media en algunos países de Centroamérica. Aunque las personas mayores en muchos países de la OCDE (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos) están bien cubiertas por los sistemas de protección social, la tasa de pobreza de las personas mayores tiende a ser más alta que en el promedio de la población.

Muchas personas mayores todavía tienen que trabajar en las edades más avanzadas, especialmente en los países en desarrollo. En 2010, la participación en la mano de obra de las personas de 65 años o más fue alrededor del 31% en las regiones menos desarrolladas y del 8% en las regiones más desarrolladas. En ambos tipos de regiones, los hombres eran la gran mayoría de la mano de obra total entre las personas mayores.

En las regiones menos desarrolladas, el 42% de los hombres mayores formaban parte de la población activa en 2010, en comparación con sólo el 11% en las regiones más desarrolladas. También había proporcionalmente más mujeres de mayor edad trabajando en las regiones menos desarrolladas (22%) que en las regiones más desarrolladas (6%). La tasa de actividad entre los hombres de más edad está disminuyendo en las regiones menos desarrolladas, pero va en aumento en las regiones más desarrolladas. Al mismo tiempo, la participación laboral de las mujeres mayores es cada vez mayor, tanto en las regiones más desarrolladas como en las menos. Debido a que los hombres todavía superan a las mujeres, con mucho, en la población activa, especialmente en los países en desarrollo, la participación total en la mano de obra de la población de más edad está disminuyendo en las regiones menos desarrolladas, y va en aumento en las regiones más desarrolladas. Según datos de la OIT (2011), a escala mundial, la participación laboral de la población mayor ha disminuido gradualmente desde 1990 hasta 2005, y se prevé que se mantendrá relativamente estable hasta 2020. La creciente participación en la población activa en las regiones más desarrolladas ha sido en parte debido al aumento de la edad de jubilación. Por el contrario, la disminución de la tasa de actividad en las regiones menos adelantadas se debe a la ampliación de la cobertura de la Seguridad Social en varios países que proporcionan pensiones de jubilación y también por el desplazamiento de las actividades económicas del sector agrícola informal hacia los sectores industriales y de servicios formales, donde la jubilación es más frecuente.

El aumento de la participación laboral femenina entre las personas mayores en las regiones menos desarrolladas va de la mano de la tendencia general de una mayor participación de las mujeres en el mercado laboral en todas las edades. En las regiones más desarrolladas, después de un largo descenso a partir de 1980, la tasa de actividad de los hombres de mayor edad comenzó a aumentar a mediados de la década de 2000, impulsado en parte por la implantación de edades de jubilación más altas en muchos países. Por el contrario, la tasa de actividad de los hombres de más edad en las regiones menos desarrolladas se ha ido reduciendo constantemente.

Por lo general, sin embargo, se espera un aumento de la participación de las mujeres mayores en la mano de obra para compensar la disminución de la participación de los hombres mayores en los próximos diez años más o menos (OIT, 2011).

A nivel europeo, a pesar de la amplia variabilidad de fuerza laboral en los distintos países de la UE, se pueden identificar y resumir algunos rasgos comunes:

- La tasa de participación de los trabajadores varones en edad productiva (25-54 años), en torno al 90%, es la más alta de todos los grupos. Las tasas de participación de hombres de entre 55 y 64 años, que había disminuido en los pasados veinticinco años, muestran signos claros de una reversión en la mayoría de los países desde el cambio de siglo, sobre todo debido al aumento de la edad de jubilación obligatoria en las reformas de las pensiones.

- Las tasas de participación de las mujeres se han incrementado de forma constante en los últimos veinticinco años.

- Las tasas de participación de los jóvenes (entre 15 y 24 años) han disminuido, sobre todo debido a una estancia más larga en el sistema educativo.

Dadas estas tendencias, los principales motores del cambio de la fuerza laboral serán el empleo de las mujeres en edad productiva, los trabajadores de más edad (especialmente hombres) y, en menor medida, los jóvenes.

Una estimación de los efectos de las reformas de las pensiones reflejan el siguiente hecho: aunque los perfiles de edad de la probabilidad de retiro varían entre los países, lo que refleja la heterogeneidad de los sistemas de pensiones, una característica común es que la distribución de las decisiones de jubilación está sesgada marcadamente hacia la edad más temprana posible de retiro. De hecho, la distribución típica de la edad de jubilación es que tiende a ser más frecuente la edad mínima de prejubilación y la edad de jubilación obligatoria. En algunos Estados miembros (Bélgica, Bulgaria, República Checa, Grecia, Dinamarca, Francia, Hungría, Países Bajos y Austria), las nuevas reformas de las pensiones se han legislado después de la finalización de las previsiones de 2012, por tanto, demasiado tarde para ser incorporadas.

La edad media de salida del mercado de trabajo (en 2060) se ve influida por el impacto a largo plazo de todas las reformas de las pensiones que actualmente se están legislando. En la mayoría de los 23 Estados miembros de la Unión Europea que han legislado reformas de las pensiones con un impacto duradero en la fuerza

de trabajo, se prevé que tendrá un impacto considerable en la participación en el mercado laboral de los trabajadores de más edad (55 a 64 años y 55 a 74), que depende de su magnitud y de su introducción progresiva.

En general, en la UE de los 27 se estima que la tasa de participación de las personas mayores (55-64 años) va a ser más alta, cerca de un 8,3% en 2020 y un 14,8% en 2060, debido al impacto previsto de las reformas de las pensiones. En la zona euro, el impacto se estima que va a ser aún más grande: 10 y 16,7%, respectivamente, en 2020 y 2060. También se prevé un aumento considerable para los mayores de entre 55 y 74 años: 5,1% en 2020 y el 10,7% para el año 2060 en la Unión Europea en su conjunto.

En Alemania, Eslovaquia, Eslovenia, Francia, Italia y Hungría, el impacto en las tasas de participación (de 55 a 64 años) se estima en más del 10% para el año 2020. Para 2060, España, Lituania, Dinamarca, Polonia, Austria, Grecia, Malta y la República Checa se unen a este grupo de países.

Cabe recordar que las tasas de participación totales (de 20 a 64 años) son impulsadas principalmente por los cambios en la tasa de participación de los trabajadores en edad productiva (de 25 a 55 años), ya que este grupo representa casi dos tercios de la fuerza laboral total. Por tanto, incluso estas alzas proyectadas significativas en las tasas de participación de los trabajadores de más edad sólo tendrán un impacto más bien limitado en la tasa de participación total. Por ejemplo, el 14,8% de aumento de la tasa de participación de los trabajadores entre 55 y 64 años en la UE dará lugar a un aumento en la tasa global de participación (de 20 a 64 años) de sólo el 3,5% para el año 2060 (hasta el 4,1% al considerar los de 20 a 74 años de edad).

2. Efectos del envejecimiento

Según el informe sobre la salud en el mundo de la OMS de 2002, el 60% de las causas de mortalidad a nivel mundial se deben a enfermedades no transmisibles. Los principales factores de riesgo para las enfermedades no transmisibles son la HTA, la hipercolesterolemia, la escasa ingesta de fruta y hortalizas, el exceso de peso u obesidad, la falta de actividad física y el consumo de tabaco.

La alimentación poco saludable y la falta de actividad física son las principales causas de las enfermedades no transmisibles más importantes, las cardiovasculares, la diabetes tipo 2 y determinados tipos de cáncer.

Según la Encuesta Nacional de Salud 2011-2012, en los entornos de edad de lo que se considera población mayor (55-74 años):

- El sobrepeso (25<IMC<30) y la obesidad (IMC>30) es más frecuente que en la población general, sobre todo el sobrepeso en hombres es más frecuente que en las mujeres (52% frente al 37%).

- La mayoría son exfumadores en mayor proporción que la población general, incluso el 61% de entre los de 65 a 74 años nunca ha fumado. Los hombres son los que tienen una mayor proporción de exfumadores y las mujeres, sobre todo, del grupo de 65 a 74 años, nunca han fumado (86%). El porcentaje de fumadores diarios es similar a la población general en hombres e inferior en mujeres. La proporción de fumadores diarios de más de 20 cigarrillos es mayor en estos entornos de edad que en la población general. La exposición al humo de tabaco en el lugar de trabajo es similar a la población general.

- En la población mayor el consumo medio diario de alcohol es fundamentalmente semanal (L-D) y entre semana (L-J), el consumo de fin de semana (V-D) es similar a la población general. Sobre todo son los varones los que superan a la población general en este modo de consumo.

- La distribución de las horas de sueño es similar a la población general.

- Tanto en hombres como en mujeres la realización de tareas que requieren gran esfuerzo físico es superior a la población general y es inferior la de sentado la mayor parte del día.

- El sedentarismo es más habitual en los hombres que en los hombres de la población general en este entorno, sin embargo es menos frecuente en las mujeres. Hay una mayor actividad física ligera tanto en hombres como en mujeres que en la población general. El número de días a la semana dedicados a la actividad física es similar a la población general.

- Tanto los hombres como las mujeres siguen una dieta o régimen especial con mayor frecuencia que la población general, aunque la gran mayoría no sigue ninguna dieta. La causa mayoritaria de esa dieta es por una enfermedad o problema de salud.

- En la mayoría de los casos la valoración del estado de salud percibida en los últimos doce meses es "bueno" y en segundo lugar "regular"; en la población

general es "bueno" y en segundo lugar "muy bueno"; por género, la distribución es similar.

- Es más frecuente que refieran alguna enfermedad o problema de salud crónico percibido y sobre todo en las mujeres.

- Los problemas o enfermedades crónicas o de larga evolución más frecuentes en los últimos doce meses han sido: HTA, artrosis, artritis o reumatismo, seguidos de dolor crónico cervical y/o lumbar, colesterol elevado, después diabetes junto con depresión crónica, ansiedad crónica y migraña o dolor de cabeza frecuente, seguidos muy de cerca por osteoporosis y problemas de tiroides en mujeres.

- La mayoría dice no tener problemas para caminar, aunque con una frecuencia menor que la población general, sobre todo en las mujeres. La mayor parte refiere no tener problemas para lavarse o vestirse, aunque esta proporción baja en el entorno de 65 a 74 años, sobre todo en mujeres. La misma distribución presentan las actividades cotidianas. El dolor o malestar es inexistente en la mayoría de los casos, pero baja considerablemente respecto a la población general y aumenta la frecuencia de dolor o malestar leve sobre todo en las mujeres. La ansiedad o depresión es más frecuente en estas edades, sobre todo en grado leve o moderado y más en mujeres.

- La media de salud mental es similar a la población general, algo peor en las mujeres.

- El porcentaje de accidentes es algo mayor que la población general en mujeres de 65 a 74 años, en el resto es menor a la población general.

- Las restricciones de la actividad habitual por dolores o síntomas en las últimas dos semanas son ligeramente superiores a la población general, con una media de días de restricción también ligeramente superior.

- La permanencia en cama por motivos de salud es inferior a la población general, pero con una media de días ligeramente superior a la población general.

- La limitación para las actividades de la vida cotidiana en los últimos seis meses es mayor en esta población, siendo un problema físico el causante de la limitación.

Por tanto, los efectos del envejecimiento se resumen en:

- Sobrepeso y obesidad.

- A pesar de que hay fumadores de forma similar a la población general, aumentan los exfumadores.

- El consumo de alcohol es más frecuente en varones y con carácter semanal y entre semana.

- Sedentarismo sobre todo en varones.

- Dieta originada por un problema de salud.

- El estado de salud percibido es "bueno" y después "regular".

- Problema de salud crónico percibido.

- Los problemas de salud en orden descendente son: HTA, artrosis, artritis o reumatismo, dolor crónico cervical y/o lumbar, colesterol elevado, diabetes, depresión crónica, ansiedad crónica, migraña o dolor de cabeza frecuente.

- Comienzan los problemas para caminar, para lavarse y/o vestirse, ligeras dificultades para llevar a cabo las actividades cotidianas, dolor o malestar leve frecuente, ansiedad o depresión en grado leve o moderado.

- Aumentan los accidentes al final del entorno estudiado.

- Comienzan las restricciones de la actividad habitual por dolores u otros síntomas al igual que las limitaciones para las actividades de la vida cotidiana por problemas físicos.

3. Las capacidades funcionales y los hábitos de vida como factores correctores o compensadores

Según la Estrategia Mundial sobre Régimen Alimentario, Actividad Física y Salud, 57ª Asamblea Mundial de la Salud, WHA57.17, un régimen alimentario con una reducción de grasas, azúcares y sal, junto a un incremento en el consumo de frutas y hortalizas, y la práctica de actividad física regular de al menos 30 minutos

de intensidad moderada con una frecuencia casi diaria, actúan de forma conjunta y separadamente. Aunque los efectos de la dieta y la actividad física en la salud suelen interactuar, sobre todo en relación con la obesidad, hay beneficios adicionales sobre la salud que se derivan de la actividad física que son independientes de la nutrición y la dieta, y hay riesgos nutricionales importantes que no están relacionados con la obesidad.

La mayoría de las personas de edad viven en países en desarrollo, y el envejecimiento de la población tiene un fuerte impacto en los patrones de morbilidad y mortalidad. Por ello, muchos países en desarrollo se enfrentan a un aumento de las enfermedades no transmisibles, así como una carga persistente de las enfermedades infecciosas. Además de la dimensión humana, el mantenimiento de la capacidad de salud y funcional de la creciente población de personas mayores será un factor crucial en la reducción de la demanda y el costo de los servicios de salud.

Dada la evidencia científica según la OMS en la publicación *Interventions on diet and physical activity: what works: Summary Report* de 2009, se consideran intervenciones de gran efectividad y, por tanto, compensadores del envejecimiento de la población trabajadora los programas multidisciplinarios que incluyan: espacios para el ejercicio físico, señalización para promover el uso de escaleras, participación de la plantilla en la planificación y desarrollo de actividades, implicación de las familias a través de actividades y la provisión de servicios de asesoramiento individual para el cambio de conducta y el autocuidado.

Es necesaria la accesibilidad a menús saludables, agua y bebidas sin azúcar y la existencia de programas de información sobre la dieta equilibrada para poder intervenir en los centros de trabajo sobre alimentación saludable.

Para realizar intervenciones sobre la actividad física, es necesario informar a los trabajadores de la importancia de la misma, estimular el uso de escaleras en lugar del ascensor, promover el ejercicio físico y la participación en actividades sociales dentro y fuera del trabajo, facilitar el acceso a gimnasios dentro del trabajo o a través de convenios con centros deportivos cercanos, si es posible.

En general, una fuerte evidencia demuestra que en comparación con los hombres y mujeres menos activas, los adultos mayores que son físicamente activos:

- tienen menores tasas de mortalidad por todas las causas, enfermedad coronaria, presión arterial alta, derrame cerebral, diabetes tipo 2, cáncer de colon y cáncer de mama, un mayor nivel de funcionalidad cardiorrespiratoria y muscular e índices de masa corporal saludable;

- tienen un perfil más favorable para la prevención de la diabetes 2, enfermedad cardiovascular, mejora de la salud del sistema musculoesquelético; y

- tienen niveles más altos de capacidad funcional, un menor riesgo de caídas, una mejor función cognitiva y han reducido el riesgo de limitaciones funcionales moderadas y severas.

La introducción de programas de deshabituación tabáquica junto con incentivos para trabajadores que no fumen o que dejen de fumar es fundamental para poder hacer intervenciones sobre el tabaquismo.

Así pues, existen evidencias científicas que corroboran la necesidad de intervenir sobre los hábitos de vida saludables, ya que actúan como compensadores de los efectos de salud negativos que se dan en la población laboral de mayor edad, mejorando la capacidad funcional y por tanto laboral de esta población. Población laboral que se ha visto incrementada en estos últimos años y que según las previsiones de la ONU, de la UE, de la NIOSH, de la OMS y de la OIT, van a suponer el grueso de la mano de obra activa, dada la baja tasa de fertilidad y de incorporación de los jóvenes al mercado laboral, el aumento en la edad de jubilación obligatoria y el mejor estado de salud de la población de más edad respecto a décadas anteriores.

4. Bibliografía

Dame Carol Black's Review of the health of Britain's working age population. Working for a healthier tomorrow. London. Crown TSO, 2008.

Declaración de Barcelona acerca del desarrollo en Europa de buenas prácticas en salud en el trabajo, 2002.

Declaración de Luxemburgo. Red Europea para la Promoción de la Salud en el Lugar de Trabajo, 1997.

Encuesta Nacional de Salud. ENSE 2011-2012. Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad. Instituto Nacional de Estadística, 2013.

Global Recommendations on Physical Activity for Health. 18-64 years old. Geneva. WHO, 2011.

Global Recommendations on Physical Activity for Health. 65 years and above. Geneva. WHO, 2011.

Global Strategy on Diet, Physical Activity and Health WHA57.17. Geneva. WHO, 2004.

"Healthy Aging for a Sustainable Workforce". A Conference Report. Association of Occupational and Environmental Clinics, noviembre de 2009.

Hymel, P. A., Loeppke, R. R., Baase, C. M., Burton, W. N., Hartenbaum, N. P., Hudson, T. W., McLellan, R. K., Mueller, K. L., Roberts, M. A., Yarborough, C. M., Konicki, D. L., Larson, P. W. "Workplace Health Protection and Promotion A New Pathway for a Healthier –and Safer– Workforce". *JOEM* 2011, 53(6): 695-702.

Interventions on Diet and Physical Activity: What Works. Evidence Tables. Geneva: WHO, 2009.

Interventions on Diet and Physical Activity: What Works. Summary Report. Geneva: WHO, 2009.

La promoción de la salud en el lugar de trabajo. Consejería de Salud. Junta de Andalucía.

Messite, J., Warshaw, L. J. *Protección y promoción de la salud. Enciclopedia de Salud y Seguridad en el Trabajo.* OIT, 1998.

Morschhäuser, M., Sochert, R. *Healthy Work in an Ageing Europe. European Network for Workplace Health Promotion,* 2006.

Promoción de la salud en el trabajo. Una oportunidad empresarial. Mutua Navarra.

Research Compendium. The NIOSH Total Worker Health™ Program: Seminal Research Papers, 2012.

SafeWell Practice Guidelines. An Integrated Approach to Worker Health Version 2.0. Harvard School of Public Health Center for Work, Health and Well-being. Septiembre de 2012.

Sánchez Cruz, J. J., Sánchez Villegas, P., Moya Garrido, M. N., Mayoral Cortés, J. M. *La salud en Andalucía según las encuestas de salud (EAS): EAS-1999, EAS-2003 y EAS-2007.* Escuela Andaluza de Salud Pública, 2010.

Schill, A., Chosewood, L. C. "The NIOSH Total Worker HealthTM Program: An Overview". *JOEM* 2013, 55(12 Supplement): S8-S11.

Sorensen, G., Landsbergis, P., Hammer, L., Amick, III B. C., Linnan, L., Yancey, A., Welch, L. S., Goetzel, R. Z., Flannery, K. M., Pratt, C. *et al.* "Preventing chronic disease in the workplace: A workshop report and recommendations". *American Journal of Public Health* 2011, 01:S1.

Sorensen, G., Barbeau, E. *Steps to a healthier US Workforce: Integrating occupational health and safety and worksite health promotion: State of the science.* Harvard School of Public Health. Dana-Farber Cancer Institute, 2004.

The 2012 Ageing Report. Economic and budgetary projections for the 27 EU Member States (2010-2060). European Commission. Directorate-General for Economic and Financial Affairs, 2012.

Umukoro, P. E., Arias, O. E., Stoffel, S. D., Hopcia, K., Sorensen, G. Dennerlein, J. T. "Physiscal activity at work contributes little to patient care workers' weekly totals". *JOEM* 2013, 55 (12 Supplement): S63-S68.

United Nations. *World Population Ageing.* Department of Economic and Social Affairs. Population Division. New York. United Nations, 2013.

6.5. LA VIGILANCIA DE LA SALUD COMO PARTE ESENCIAL DE LAS ACCIONES DE UNA EMPRESA PROMOTORA DE SALUD

Alejandro Flaquer Ayala
Enfermero especialista en Enfermería del Trabajo.
Adjunto a Coordinación Médica de Andalucía Oriental

Resumen

La vigilancia de la salud constituye el punto de partida en las acciones en una empresa promotora de la salud. La implantación de la promoción de la salud se sostiene en las tareas que se lleven a cabo en la vigilancia de la salud individual y la vigilancia de la salud colectiva.

La importancia de la vigilancia de la salud en la empresa y cómo ha de integrarse junto con la promoción de la salud constituyen acciones esenciales en una empresa promotora de la salud.

Para una correcta implantación y desarrollo de la promoción de la salud en el lugar de trabajo es imprescindible partir de la vigilancia de la salud tanto a nivel colectivo como individual. Ambas ponen en práctica iniciativas para mejorar la salud de las personas que trabajan e incrementar su propio control sobre la salud en los espacios de trabajo.

1. Introducción

La interacción del trabajo sobre la salud del individuo puede ser perjudicial o beneficiosa para el individuo. La salud no sólo se defiende de las agresiones externas, también puede beneficiar a la persona favoreciendo su integración social, satisfacción laboral y no laboral, aumentando su autoestima; una afectación negativa en la esfera laboral implica una disminución de la salud en el individuo.

Es un bien primordial al que todos los ciudadanos, cualquiera que sea sus condiciones, deben tener derecho. Esta importancia queda recogida como derecho constitucional en nuestro país gracias al artículo 40.2 de la Constitución, que recomienda a los poderes públicos velar por la seguridad e higiene en el trabajo y el artículo 43.1 que reconoce a todos el derecho a la protección de la salud.

La vigilancia de la salud es uno de los instrumentos que utiliza la Medicina del Trabajo para controlar y hacer el seguimiento de la repercusión de las condiciones del trabajo sobre la salud de la población trabajadora. Como tal es una técnica complementaria de las correspondientes a las disciplinas de Seguridad, Higiene y Ergonomía y Psicosociología, que no tiene sentido como instrumento aislado de prevención: ha de integrarse en el plan de prevención global de la empresa.

La vigilancia de la salud juega un papel imprescindible en la salud del individuo no sólo porque garantiza el más completo estado de bienestar físico, social y mental, sino porque el trabajador es la fuente fundamental de la productividad y desarrollo económico en cualquier organización y en la sociedad en su conjunto.

Consiste en la recogida de forma sistémica y continua de datos acerca de problemas específicos de salud, mediante su análisis, interpretación y utilización en la planificación, implementación y evaluación de los programas de salud. En la vigilancia de la salud existen unas técnicas con objetivos y metodologías en el área individual y colectiva.

Una de las principales aportaciones de la Ley 31/1995 de Prevención de Riesgos Laborales es la de establecer un marco legal de actuación y especificar una serie de directrices a las empresas para que garanticen la salud y seguridad a todos sus trabajadores de forma eficaz, documentada e integrada en todos los niveles productivos y actividad empresarial. Para ello la empresa tiene un amplio abanico de posibilidades para establecer un diseño y estructura de su sistema preventivo.

Los avances tecnológicos junto con las exigencias de la sociedad por vivir en mejores condiciones de salud exigen que se desarrollen no sólo políticas en prevención de riesgos laborales, sino estrategias para fomentar la promoción de la salud en la empresa, por lo que requiere que se trabaje en diferentes ámbitos.

Actualmente, numerosas empresas avanzan en seguridad y salud de sus trabajadores estudiando formas para proporcionar a sus empleados los medios necesarios para mejorar su propia salud y ejercer un mayor control sobre la misma, utilizando como base la vigilancia de la salud en sus dos modalidades: individual y colectiva.

Tanto los factores relacionados con el trabajo como los que no contribuyen conjuntamente a la aparición de problemas de salud y seguridad que se enfrentan los trabajadores junto con sus familias. La estrategia en vigilancia de la salud se debe centrar en garantizar que la persona haga suyas nuevas habilidades, formas de actuar y pensar con el objetivo de asumir y desarrollar un estilo de vida más sana y equilibrada que incida en todos los ámbitos del individuo.

La eficacia de la promoción de la salud en el lugar de trabajo debe estar combinada con la integración de la vigilancia de la salud.

2. La vigilancia de la salud: concepto y características

La vigilancia de la salud es uno de los instrumentos que utiliza la Medicina del Trabajo para realizar un control y seguimiento de cómo repercuten las condiciones de trabajo sobre la salud de la población trabajadora.

Consiste en una recogida sistemática y continua de datos acerca de los problemas específicos de salud junto con su análisis y posterior estudio, con el objetivo de detectar y hacer un seguimiento de los síntomas y signos precoces de enfermedad.

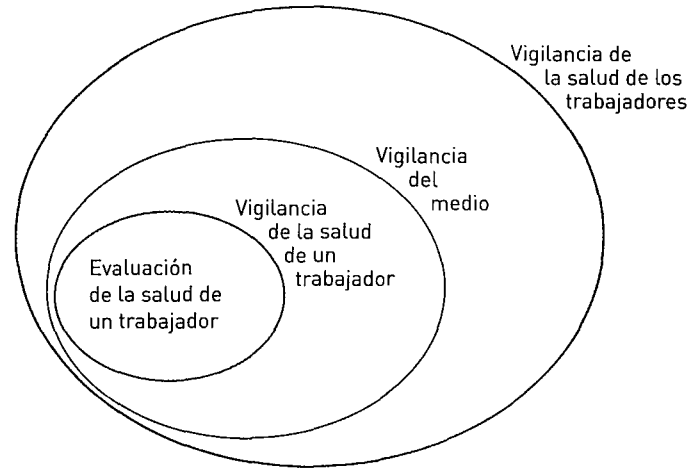


Figura 1. Vigilancia de la salud de los trabajadores [adaptada de Managing workplace health and safety: health surveillance (first draft, 1999), del Grupo ad hoc del Comité Consultivo de Seguridad, Higiene y Protección de la Salud en el Trabajo de la Comisión Europea]

Con estos resultados se proponen medidas preventivas encaminadas a evitar los daños y a mejorar y proteger la salud y el bienestar del trabajador en su empresa.

Las principales características de la vigilancia de la salud:

- Garantizada: el empresario tiene la obligación de garantizar a sus trabajadores la vigilancia de la salud a intervalos periódicos acorde a los riesgos del puesto de trabajo. La vigilancia de la salud es un derecho fundamental del trabajador, además de ser una obligación del empresario.

- Específica: se realizará en función de los riesgos a los que estén expuestos los trabajadores teniendo en cuenta las particularidades de cada trabajador. Debe garantizar el respeto a la dignidad e intimidad. Respecto al contenido, deberá causar las menores molestias al trabajador.

- Voluntariedad condicionada: voluntaria para el trabajador exceptuando, previo informe de los representantes de los trabajadores, los supuestos en los que los reconocimientos médicos constituyan el único medio para evaluar los efectos de las condiciones de trabajo sobre la salud de los trabajadores o para verificar si el estado de salud de los mismos pueda causar un peligro para él mismo, para el resto de trabajadores y, por último, cuando así lo determine una disposición legal.

- Confidencialidad: los datos médicos recogidos en la vigilancia de la salud de cada trabajador estará disponible para el propio trabajador, autoridad sanitaria y los servicios médicos responsables de su salud. Al empresario y al resto de personas con responsabilidad en materia de prevención se deberá facilitar las conclusiones de dicho reconocimiento en los términos de aptitud o adecuación del trabajador a su puesto de trabajo.

- Prolongada en el tiempo siempre y cuando sea necesaria en función de los riesgos inherentes al trabajo y en lo que se determine según reglamentación específica.

- Documentada en los resultados de las evaluaciones médicas y en las conclusiones de los mismos.

- Gratuita para el trabajador: en ningún caso cualquier actividad de la vigilancia de la salud deberá suponer un coste para el trabajador. Se deberá llevar a cabo dentro de la jornada laboral.

- Periodicidad en función de su frecuencia sería inicial (después de la incorporación al trabajo o después de la asignación de nuevas tareas), periódica (según riesgos, características personales y normativa específica), tras ausencia prolongada por enfermedad (periodo determinado a criterio médico), previa a la exposición (por normativa específica, posibilidad de desarrollar enfermedades profesionales y en los trabajadores nocturnos), post-ocupacional (cuando el efecto de los riesgos inherentes al trabajo tiene un largo periodo de latencia) y por detección de daños en un trabajador.

- Análisis epidemiológicos de los resultados: se analizarán los resultados de la vigilancia de la salud con criterios epidemiológicos, con el objetivo de poder investigar y analizar la relación entre los factores de riesgo y su afectación a la salud, identificar líneas colectivas que necesitan intervención y establecer medidas encaminadas a mejorar las condiciones y medio ambiente.

- Incluye la protección de los trabajadores especialmente sensibles, trabajadores que, por sus propias características personales o estado biológico conocido, incluidos los que tienen reconocida la situación de discapacidad física, psíquica o sensorial, sean especialmente sensibles a los riesgos derivados del trabajo. Se han de incluir dentro de este grupo los trabajadores menores de edad y las mujeres embarazadas y en periodo de lactancia.

2.1. Vigilancia de la salud individual y vigilancia de la salud colectiva

El término "vigilancia de la salud" se refiere a dos conjuntos de actividades en el ámbito de salud en el trabajo: vigilancia de la salud colectiva y vigilancia de la salud individual.

A nivel individual, se basa en la aplicación de procedimientos de salud y la realización de pruebas médicas a los trabajadores con el objeto de detectar precozmente cómo repercuten las condiciones de trabajo sobre la salud de los trabajadores, identificar los trabajadores especialmente sensibles y adaptar la tarea al individuo.

Cuando los factores de riesgo han sido identificados, la vigilancia de la salud individual comprueba si estas medidas de protección y prevención son efectivas. Sirve para identificar las actuaciones clínicas pertinentes sobre el trabajador. Esta identificación contribuye a la toma de decisiones preventivas tanto a nivel colectivo como a nivel individual.

Toda vigilancia de la salud individual debe basarse en una evaluación de riesgos, ya que estará condicionada por los factores de riesgo existentes en el puesto de trabajo que el trabajador está desarrollando y por tanto estará expuesto. La evaluación de riesgos será el punto de partida del protocolo específico de actuación, documento que indica los procedimientos y pruebas complementarias que deben aplicarse en cada reconocimiento médico.

Gracias a la actuación a nivel individual se estudia y diagnostican las lesiones que sufre el trabajador, por lo que permite adoptar el tratamiento adecuado y las medidas preventivas oportunas. Toda la información que se obtiene de la historia clínica del trabajador, los signos y síntomas clínicos, exploraciones físicas y el análisis de indicadores de salud, es el medio fundamental para descubrir la relación entre los agentes del entorno y las enfermedades asociadas, puesto que en este punto no se conoce el daño potencial de los factores de riesgo presentes en el lugar de trabajo.

En la parte colectiva, el objetivo va dirigido a establecer prioridades de actuación preventivas y evaluar la eficacia del plan de prevención de riesgos laborales en la empresa. Parte de la vigilancia de la salud individual, ya que en esta última se realiza un análisis de todos los resultados de los exámenes de salud practicados a los trabajadores de la empresa y permite estudiar la frecuencia, morbilidad, gravedad, establecer relación causa-efecto entre los riesgos laborales y los problemas de salud derivados de estos. Estudiar los resultados con criterios epidemiológicos para que permita a la unidad básica de salud relacionar indicadores de salud para la adopción de medidas preventivas y protectoras de los trabajadores tanto a nivel individual como colectivo.

El análisis de los resultados obtenidos no permitirá valorar la correcta planificación de vigilancia de la salud.

3. La integración de la vigilancia de la salud y su importancia

Para que la vigilancia de la salud funcione ha de integrarse en el plan de prevención de la empresa, y debe estar en continua colaboración con el resto de disciplinas preventivas: Seguridad, Ergonomía y Psicosociología e Higiene Industrial.

El empresario debe disponer de una política de seguridad y salud donde se tienen que reflejar las líneas generales, compromiso y directrices para garantizar que se alcancen los objetivos en prevención de riesgos laborales.

Si se dispone de una sistemática de trabajo, se facilita la gestión preventiva y se favorece la mejora continua de la gestión del riesgo.

Gracias a la vigilancia de la salud la empresa puede:

- Identificar las desviaciones en cuanto a seguridad y salud a nivel individual y colectivo.
- Planificar la acción preventiva estableciendo prioridades de actuación y las acciones a realizar.
- Evaluación de la eficacia de las medidas preventivas implantadas en la empresa, favoreciendo en caso necesario el uso de métodos de actuación preventivos de mayor eficacia.

Es importante resaltar que la vigilancia de la salud constituye uno de los indicadores preventivos más fiables y específicos del sistema de prevención de riesgos laborales. Permite detectar si las medidas preventivas adoptadas para el control y gestión de los riesgos laborales están dando los resultados que se esperan o debe modificarse por otras medidas preventivas.

Implantar la vigilancia de la salud aporta un beneficio a la empresa:

- Aporta información relevante al sistema de prevención de riesgos laborales, ya que participa en los procedimientos preventivos y aplicación de medidas preventivas.
- Control de la eficacia de las medidas preventivas implantadas, ayudando a la mejora del sistema preventivo en la empresa.
- Favorece el desarrollo del trabajo multidisciplinar de la prevención de riesgos laborales desde el ámbito sanitario.
- Analiza e identifica los factores de riesgo de las condiciones de trabajo y los efectos que pueden causar en la salud de los trabajadores, permitiendo, por ejemplo, identificar el origen de las enfermedades profesionales.
- Contribuye a la mejora del estado de salud de los trabajadores y a que tomen conciencia respecto a su salud mejorando, por tanto, la cultura preventiva, ya que produce un efecto de sensibilización en la necesidad de adoptar medidas preventivas en el puesto de trabajo.

- Ayuda a adaptar el puesto de trabajo al trabajador, mejorando las condiciones de trabajo.

Las actuaciones preventivas que se deben desarrollar se dividen en cuatro fases:

- Análisis previo: consiste en la recopilación de la información sobre la actividad, organización y características del trabajo de la empresa. Evaluación de riesgos, medidas preventivas y protectoras llevadas a cabo, exámenes de salud realizados a los trabajadores y trabajadores especialmente sensibles. Este análisis nos permitirá conocer la empresa para el desarrollo de las siguientes fases.

- Planificar la política, objetivos, funciones y actuaciones preventivas. Se debe detallar los objetivos tanto generales como específicos y las actividades a realizar junto con las actuaciones preventivas.

- Ejecución de las actividades planificadas realizadas por personal sanitario cualificado y suficiente, además de los recursos materiales apropiados.

- Controlar y comprobar si todo lo ejecutado se corresponde a lo planificado y se han alcanzado los objetivos previamente fijados. Este análisis debe comprobar los indicadores de salud de la empresa.

4. Vigilancia de la salud: la promoción de la salud en el lugar de trabajo

La vigilancia de la salud en una empresa promotora de la salud pone en práctica iniciativas para mejorar la salud de las personas que trabajan e incrementa su propio control en los espacios de trabajo.

Como actividad, la promoción de la salud debe desarrollar actividades dirigidas a mejorar las condiciones de trabajo, promover la participación activa y fomentar al desarrollo del trabajador. Para conseguirlo, es necesario una mejora de la organización del trabajo y del entorno laboral, la promoción de la participación de los trabajadores en actividades saludables, fomentar el desarrollo personal del trabajador en su entorno y promover los hábitos de vida saludables.

El cumplimiento de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales protege al trabajador en los riesgos relacionados con el ambiente y condiciones de trabajo y la implantación de la promoción de la salud protege al trabajador en los riesgos de

su día a día, riesgos propios al individuo o enfermedades naturales, sobre todo las que derivan de hábitos de vida inadecuados.

Esto significa desarrollar medidas para mejorar la salud de las personas que trabajan influyendo en su entorno, proporcionando habilidades adecuadas y creando condiciones de trabajo que permitan a los individuos que trabajan elegir las conductas más saludables y asumir un mayor control de su salud.

Las empresas que desarrollen, dentro de la vigilancia de la salud, acciones en promoción de la salud, permitirán un mayor control de la salud y seguridad en todos los medios, no sólo en el ámbito laboral.

La importancia de implantar la promoción de la salud supone una mejora tanto para el trabajador-empresario como a nivel social. Ya que:

- Mejora la salud y bienestar de los trabajadores, disminuye la accidentabilidad y enfermedades.

- Aumenta la productividad empresarial y disminuye el absentismo laboral.

- Mejora el clima laboral, la motivación y la participación. Potencia el papel de los propios trabajadores como protagonistas de su propia salud.

- Aumenta la retención de talento y disminuye la rotación de personal.

- Mejora la imagen corporativa para los trabajadores, para las empresas y para la comunidad donde estas se ubican.

- Mejora la autoestima laboral y satisfacción laboral.

- Previene la aparición de problemas de salud relacionados con los indicadores de salud que se identifiquen y estudien en la empresa.

- Dispone de información sobre hábitos saludables de la población trabajadora.

- Disminuye los costes sociales sanitarios, de seguridad social y de seguros, y contribuye a la mejora de la calidad de vida de los ciudadanos.

- Mejora el medio ambiente, la contaminación, la entrada a trabajos seguros, etc.

- Reduce la prevalencia de algunas patologías y enfermedades.

4.1. La implantación de la promoción de la salud en la empresa: programa de promoción de la salud

Previamente a la implantación, es necesario que exista una gestión adecuada de los riesgos que garanticen un lugar de trabajo seguro y saludable. Además, la empresa debe certificar unas condiciones organizativas y medioambientales saludables integradas en todos los niveles empresariales. Participación e implicación activas de los trabajadores, empresa, comité de seguridad y salud, servicios de prevención e incluso instituciones sindicales y gubernamentales son fundamentales para asegurar su implantación. El cumplimiento de la Ley de Prevención de Riesgos laborales es el punto de partida y el objetivo debe consistir en querer ir más allá de su mero cumplimiento.

No existe un modelo normalizado de promoción de la salud, cada empresa debe adaptar los principios fundamentales a sus propias características.

Hay que destacar cuatro fases para su implantación:

1. Fase de preparación en la que se forma a un grupo de trabajo encargado de la planificación y ejecución del programa de implantación. Constituido por la dirección y recursos humanos de la empresa, comité de seguridad y salud, servicio de prevención y comité de personal. Se informa a todos los niveles jerárquicos de la empresa y mediante todos los canales posibles de comunicación.

2. Fase de planificación, donde se evalúen las necesidades y expectativas de los trabajadores, mediante la valoración de la situación epidemiológica de los hallazgos en vigilancia de la salud a través de los datos e indicadores de salud que se definan. Es necesario marcar los objetivos específicos y establecer las prioridades de los programas que se van a implantar acorde a actividades de prevención de riesgos que garanticen la reducción de problemas de salud, mejoren el equilibrio entre la vida laboral y personal del trabajador y promuevan un estilo de vida saludable en general. Se debe realizar un diseño de un cronograma y definir tanto los recursos materiales como humanos que participan, dando las mismas oportunidades a todos los participantes. Y por último, antes de iniciar el proceso, se debe evaluar el resultado mediante el seguimiento de indicadores que permitan mejorar el programa en caso necesario.

3. Fase de ejecución, donde se desarrollarán los programas definidos. En esta fase es necesario conseguir el apoyo de todos los niveles directivos para garantizar que se cree una cultura saludable en la empresa. El programa se debe ajustar a las necesidades de los trabajadores.

4. Fase de evaluación, donde se analizarán las repercusiones, se evaluarán los beneficios económicos y se analizarán detalladamente los resultados. Por último, existirá una comunicación a todos los niveles de la empresa.

5. La vigilancia de la salud en la empresa promotora de salud

La vigilancia de la salud supone el punto de arranque en las acciones en una empresa promotora de la salud. La implantación de la promoción de la salud en el trabajo se sustenta en las acciones que se lleven a cabo tanto en la vigilancia de la salud individual como la colectiva.

A nivel individual, la vigilancia de la salud está condicionada por el estado de salud y bienestar de la persona. La herramienta principal será a través de los exámenes de salud que se realizan a los trabajadores. Tendremos a disposición, gracias a los resultados de las pruebas médicas e historia clínica, tanto los problemas de salud previamente conocidos o no, como lo indicadores de salud o hábitos de vida menos saludables que contribuyen a la aparición de enfermedades.

La información obtenida en los reconocimientos médicos nos ayuda a determinar las estrategias de mejora en la salud y bienestar de la plantilla, definir los programas y diseñar las campañas concretas a desarrollar acorde a los medios disponibles. Para ello no sólo se valorarán los resultados obtenidos referidos a las condiciones de trabajo, sino también todos los que nos estén trabados a la promoción de la salud. De forma periódica se establecerán un control de la incidencia y una evolución de las actuaciones en los siguientes exámenes de salud.

El personal sanitario puede detectar acciones encaminadas a la mejora de los hábitos de vida saludables y, mediante la educación para la salud, iniciar acciones encaminadas al fomento de una alimentación sana y equilibrada, recomendar actividades deportivas acordes a las características del trabajador, cuidar la salud mental del trabajador, estrategias para combatir el estrés, prevención de lesiones osteomusculares, protección frente a enfermedades crónicas..., y todas aquellas en base a los resultados obtenidos. También ofrecer programas específicos de actuación frente a los factores de riesgo cardiovasculares detectados en los exámenes como por ejemplo la obesidad, sobrepeso, tabaquismo, hipertensión arterial, diabetes, etc. Promover iniciativas para fomentar un envejecimiento saludable. Facilitar todas las pruebas necesarias para efectuar un diagnóstico precoz de enfermedades crónicas en función de la historia clínica del trabajador.

Los exámenes de salud constituyen el punto de partida para realizar pruebas adicionales que, en función de las variables que se determinen (puesto de trabajo, edad, sexo, etc.), permitan la detección precoz de enfermedades y el desarrollo de programas a trabajadores que presentan algún problema de salud, así como a los trabajadores que no presentan ninguna alteración de salud ni factores de riesgo que ocasionen algún daño.

En la vigilancia de la salud colectiva, las acciones que se llevarán a cabo estarán centradas en establecer una estrategia en educación para la salud y el mantenimiento de unos estándares óptimos de hábitos de vida saludables.

Acciones colectivas encaminadas a instaurar campañas informativas y de sensibilización para concienciar a los trabajadores sobre modificación de cambios hacia hábitos de vida saludables y que los transmitan al resto de personas dentro y fuera de la empresa, así como al desarrollo de programas de intervención colectivos como campañas de actuación en enfermedades crónicas, trastornos musculoesqueléticos, deshabituación tabáquica, vacunación, prevención del consumo de alcohol, educación postural, etc.

Programas de promoción de hábitos saludables para que los trabajadores incorporen los hábitos de vida sanos a su día a día.

En una empresa promotora de la salud las acciones de vigilancia de la salud constituyen el instrumento positivo para favorecer a las personas la salud y bienestar. Contribuye a mantener a las personas más sanas y su consecuente aportación positiva a sí mismas, a la empresa y a la sociedad.

6. Bibliografía

Agencia Europea para la Seguridad y Salud en el Trabajo. *Promoción de la salud en el lugar de trabajo para los trabajadores*, 2010. Disponible en: https://osha.europa.eu/es/publications/factsheets/94. [Último acceso: 17 de diciembre de 2013].

Alegre Nueno, M. "Gestión de la prevención en los servicios sanitarios ajenos". *Gestión* Práctica de Riesgos Laborales, 86(octubre de 2011): 1-4.

Babiano, I. *De la vigilancia de la salud a la promoción de la salud en el trabajo.* Pamplona. Prevención Navarra, Sociedad de Prevención de Mutua Navarra, S.L. Unipersonal, 2011. Disponible en: http://www.prevencionnavarra.es/documentacion/GuiaVS-PSTPARAWEB.pdf. [Último acceso: 17 de diciembre de 2013].

Consejería de Salud, Junta de Andalucía. La promoción de la salud en el lugar de trabajo. Disponible en: http://www.juntadeandalucia.es/salud/export/sites/csalud/galerias/documentos/c_3_c_1_vida_sana/promocion_salud_lugar_trabajo/promocion_salud_lugar_trabajo.pdf. [Último acceso: 13 de enero de 2013].

España. Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, del INSHT. *Boletín Oficial del Estado,* 31 de enero de 1997, nº 27, p. 3.031.

España. Real Decreto 843/2011, de 17 de junio, del INSHT. *Boletín Oficial del Estado,* 4 de julio de 2011, nº 158, p. 70.693.

Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. *Bases para el análisis de las actuaciones de los servicios de prevención ajenos.* Disponible en: http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/TextosOnline/Guias/Criterios/Bases_Analisis.pdf. [Último acceso: 16 de diciembre de 2013].

Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. *La vigilancia de la salud en la normativa de prevención de riesgos laborales.* Madrid. INSHT, 1999. Disponible en: http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/NTP/NTP/Ficheros/926a937/959w.pdf. [Último acceso: 17 de diciembre de 2013].

Mayorga Mas, R., Petrina Piñal, P., Pérez Vicente, I. *Promoción de la salud en el trabajo: una oportunidad empresarial.* Departamento de Seguridad, Salud y Nuevos Servicios de Mutua Navarra. Pamplona. Gráficas Biak, 2009. Disponible en: http://www.mutuanavarra.es/Portals/0/Documentos/MNGuiaAzulSaludLaboral.pdf. [Último acceso: 17 de diciembre de 2013].

Messite, J., Warshaw, L. J. *Protección y promoción de la salud. Enciclopedia de Salud y Seguridad en el Trabajo*, 1998.

Ministerio de Sanidad y Consumo. *Libro Blanco de la vigilancia de la salud para la prevención de riesgos laborales.* Madrid. Centro de publicaciones, 2004. Disponible en: http://www.msssi.gob.es/ciudadanos/saludAmbLaboral/docs/portadaLibroBlanco.pdf. [Último acceso: 16 de diciembre de 2013].

Opella, X., Burgos, C. *Guía de la empresa saludable.* Barcelona. Cambra Oficial de Comerç, Indústria i Navegació de Barcelona, 2009.

Prevención de Riesgos Laborales. Claves para integrar la vigilancia de la salud en las empresas. Barcelona. Foment del Treball Nacional, 2011.

7

PARTICIPACIÓN DE LA EMPRESA EN LA COMUNIDAD

7.1. CONTRIBUCIÓN DE LAS EMPRESAS A LA SALUD Y SEGURIDAD DE LA COMUNIDAD. ÁREAS DE INTERÉS COMPARTIDO

Sara Díaz González
Técnico de Recursos Humanos,
PREMAP Seguridad y Salud

Resumen

El Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT) viene colaborando en las iniciativas conjuntas de la Red Europea de Promoción de la Salud en el Trabajo (ENWHP). Según se indica en la web del INSHT, la puesta en marcha del proyecto "Empresas saludables" responde al interés de este organismo por "reconocer el trabajo de las empresas en el ámbito de la mejora de la salud y bienestar de sus trabajadores, así como promover la cultura de la salud y el intercambio de experiencias empresariales"[1].

Ser una empresa saludable significa no sólo el cumplimiento de las exigencias legales en materia de salud y seguridad en el trabajo, sino también gestionar la salud de los trabajadores desde un enfoque integral e integrado, considerar la salud en todas las políticas de la empresa y extender el ámbito de actuación de estas políticas al entorno en que la empresa se desenvuelve (familia, otras empresas, mercado, comunidad, etc.).

Para poder llevar a cabo la puesta en marcha de un proyecto de este tipo se hace necesario buscar áreas de interés compartido[2] entre los diferentes agentes implicados, encontrando puntos de mutuo interés que a través de las políticas y acciones concretas vayan a desarrollarse y consolidarse.

---

[1] Portal de Promoción de la Salud y Seguridad en el Trabajo del INSHT.

[2] Nota del autor: el concepto de áreas de interés compartido fue ampliamente difundido por D. José Luis Marqués Insa durante su etapa como director de Personal de General Motors España.

1. Introducción

El concepto de empresa promotora de la salud tiene un enfoque ecológico y social, fomentando el desarrollo personal, empresarial y de la sociedad en su conjunto. El aumento de la preocupación de las empresas por los aspectos sociales y medioambientales, tanto en todas las etapas productivas como en sus operaciones comerciales, puede surgir en ocasiones de las propias organizaciones empresariales, pero también son una respuesta a la creciente demanda social en materia de prevención y medio ambiente, que también se traduce en una cada vez más amplia legislación a nivel local, nacional o supranacional. El ciudadano actual y las futuras generaciones serán cada vez más exigentes con las tecnologías y las prácticas empresariales. Estas deben ser respetuosas con las personas y con el medio ambiente, lo que sugiere ir más allá del estricto cumplimiento de la legislación y de las normas. Las empresas que cuiden estos aspectos, aunque ahora pueda parecer un gasto, a la larga podrán aumentar su competitividad en un mercado cada vez más exigente. La aplicación más estricta de requisitos legales en materia social o de relaciones entre las partes sociales puede tener también un impacto directo en los beneficios empresariales.

2. Áreas de interés compartido

El concepto de empresa promotora de la salud tiene un enfoque ecológico y social, fomentando el desarrollo personal, empresarial y de la sociedad en su conjunto. El aumento de la preocupación de las empresas por los aspectos sociales y medioambientales, tanto en las diferentes etapas de la producción (materias primas, insumos, fabricación, energías y gestión de residuos, etc.), como en sus operaciones comerciales (marketing, distribución y venta...), puede surgir en ocasiones de las propias organizaciones empresariales, pero también son una respuesta a la creciente demanda social en materia de prevención y medio ambiente, la cual también se traduce en una cada vez más amplia legislación a nivel local, nacional o supranacional.

La sociedad en su conjunto debe buscar áreas de interés compartido. Se trata de buscar puntos en común entre todos los agentes sociales implicados en donde el interés de cada grupo se vea favorecido y fortalecido. Estos puntos en común sobre políticas y acciones que se llevarán a cabo deberán redundar en un beneficio para las partes implicadas. Por tanto, en su definición deberán contar con el consenso de todas ellas.

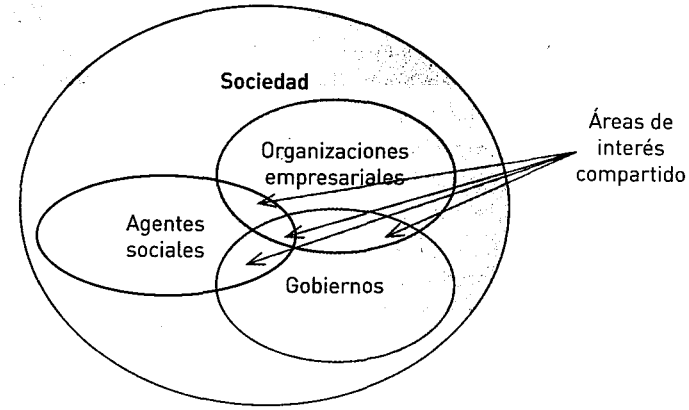


Figura 1. Áreas de interés compartido

Por ejemplo, a una empresa le interesa que sus trabajadores estén mejor formados y a los empleados de esta empresa les interesa recibir una buena formación, ya sea para promocionarse o simplemente para aumentar sus conocimientos y/o autoestima o sentirse más seguros al realizar su trabajo. Aquí encontramos claramente un área de interés compartido. Pero existen muchas otras que serían imposibles de enumerar.

Entre las motivaciones que pueden encontrar las personas para encontrar áreas interés compartido podemos mencionar:

- El desarrollo personal, familiar y profesional.
- La satisfacción por el trabajo bien hecho.
- La conciliación del trabajo con la vida familiar y personal.
- El justo equilibrio entre el ocio y las obligaciones laborales.
- El mantenimiento de la salud y el deporte.
- Etc.

Desde el punto de vista de las empresas y de los inversores, las motivaciones pueden ser:

- El aumento de la productividad y de la rentabilidad.
- La mejora de las relaciones entre empresa y trabajadores.
- La mejora de la imagen corporativa y la fidelización de los clientes.
- Etc.

Y desde un punto de vista de la sociedad y de sus representantes:

- El respeto al medio ambiente.
- El progreso y bienestar social.
- La sostenibilidad del sistema económico y de protección social.
- La protección de los recursos y del medio ambiente.
- Etc.

3. Búsqueda de áreas de interés

La implantación de un proyecto de empresa saludable debería estar precedida de una búsqueda de áreas de intereses compartidos. Esto dará lugar al desarrollo de un programa con objetivos concretos y bases sólidas que sea apoyado por todos y cada uno de los agentes sociales implicados. Por lo tanto, no se trata de intentar implantar sin más un determinado sistema sin antes buscar los consensos necesarios para que dicho sistema sirva para alcanzar los objetivos marcados. Así pues, la primera reflexión es buscar los puntos de encuentro y definir objetivos y metas concretas que todas las partes estén dispuestas a alcanzar. Y aunque tratemos de encontrar áreas de interés que conlleven claramente un beneficio o mejora para todas las partes implicadas, también, en ocasiones, una de las partes debería ser flexible y ceder en beneficio de intereses particulares de las otras partes implicadas.

La búsqueda de áreas de interés compartido se trata de una negociación en donde se puede ceder en algunos temas la mirada puesta en el beneficio final de todas las partes implicadas. Una empresa, por ejemplo, tiene que invertir más para la gestión de sus residuos aumentando con ello el precio final de su producto, pero beneficia claramente con ello a la sociedad y, a la larga, puede ser beneficioso para su imagen corporativa y redundar en un aumento de sus beneficios.

Las áreas de interés compartido pueden ser modificadas a lo largo del tiempo. Las variaciones en las condiciones técnicas, medioambientales y sociales pueden variar sustancialmente, cada vez en periodos más cortos de tiempo, por lo que es necesario que el programa, los objetivos y los indicadores se revisen periódicamente, que se mantenga una búsqueda constante de áreas de interés compartido.

Cuando se habla de áreas de interés compartido, tampoco hay que perder de vista que cuando nos referimos a los intereses de los agentes implicados, no nos referimos solamente a las partes implicadas directamente en las negociaciones

o en la definición del programa y de los objetivos. Puede que empresa y trabajadores desarrollen, por ejemplo, algún plan de ayuda a la comunidad. En este caso, los agentes directamente beneficiados no formarán parte necesariamente de la negociación, aunque es evidente que indirectamente esta ayuda redundará en su beneficio.

Por lo tanto, en la búsqueda de áreas de interés compartido hay que dejar de lado el egoísmo y el egocentrismo y tener la apertura de miras suficiente como para no pensar siempre en el beneficio personal o corporativo directo e inmediato. Es necesario analizar las circunstancias en su conjunto y mantener una visión a medio y largo plazo. En particular, es necesario eliminar la visión cortoplacista en relación con los beneficios económicos que podría aportar determinado punto del programa.

En el portal de la Red Europea para la Promoción de la Salud en el Trabajo (European Network for Workplace Health Promotion)[3] se incluye un inventario de programas y proyectos (modelos de buenas prácticas) o de instrumentos (tales como cuestionarios, directrices y materiales de información), aptos para la mejora y la promoción de la salud y seguridad en el lugar de trabajo, que pueden proporcionar algunas soluciones o ideas para abordar los problemas relacionados con la salud tales como: prevención de las adicciones, hábitos alimenticios poco saludables, la inactividad física, la salud mental y el estrés.

4. Bibliografía

http://www.insht.es/portal/site/PromocionSalud/menuitem.084224e92eb1cbede435b197280311a0/?vgnextoid=af3073b265f74310VgnVCM1000008130110aRCRD&vgnextchannel=dfda0958cfe04310VgnVCM1000008130110aRCRD.

[3] http://www.enwhp.org/european-toolbox.html.

7.2. PRINCIPIO DE RESPONSABILIDAD SOCIAL EMPRESARIAL

Sara Díaz González
Técnico de Recursos Humanos,
PREMAP Seguridad y Salud

Resumen

Cada vez son más las noticias, la publicidad, la normativa e incluso los comentarios de amigos que escuchamos en nuestro día a día los que nos recuerdan y nos conciencian del poder que tenemos, cada uno de nosotros, por mejorar nuestro entorno. Un entorno cambiante, exigente, novedoso y receptivo a todas aquellas buenas prácticas que, tanto a nivel personal como profesional, estamos dispuestos a ofrecer para responder al concepto del que hablaremos a lo largo de este capítulo, la Responsabilidad Social Empresarial.

1. Introducción

Tras un estudio realizado por Market and Opinion Research International (MORI) sobre la responsabilidad de las empresas en el estado del sistema físico-social del entorno en el que trabajan, doce mil ciudadanos de doce países europeos fueron entrevistados, y algunos de los resultados más significativos de dicho estudio fueron los siguientes:

- El 49% de los encuestados afirmó que la responsabilidad social es el factor que más influye en la percepción de una empresa.

- El 58% de los europeos consideró que las empresas no prestan suficiente atención a la responsabilidad social (este porcentaje se eleva al 62% en el caso de España).

- El 25% de los europeos considera muy importante la responsabilidad social de la empresa a la hora de decidir comprar un producto o servicio (en el caso de España el porcentaje es del 47%).

De estos datos se pueden sacar dos conclusiones. En primer lugar, es evidente que las empresas están por detrás de las expectativas de los ciudadanos en el tema que nos ocupa; la sociedad en su conjunto espera mucho más de las empresas, siendo un importante reto para ellas. Y en segundo lugar, los resultados dan importantes lecciones: parece evidente que a la mayoría de las personas les gustaría comportarse mejor de lo que lo hacen; por otra parte, detrás de una necesidad insatisfecha existe una oportunidad, y las empresas que la perciban y sean capaces de aprovecharla pueden desarrollar sustanciales ventajas competitivas.

En cualquier caso, queda fuera de toda duda que la sociedad ya no espera que sean sólo los gobiernos sino también las empresas las que den respuesta a los problemas medioambientales, económicos y sociales, locales y globales, que la globalización, según algunos, ha contribuido a exacerbar, y, según todos, ha contribuido a dotar de un carácter público, innegable y urgente.

2. ¿Qué es la responsabilidad social empresarial (RSE)?

Queriendo significar más o menos lo mismo, se habla de "responsabilidad social empresarial", "responsabilidad social corporativa" o "responsabilidad empresarial". Incluso en ocasiones se confunde con otros como "desarrollo sostenible", "sostenibilidad" y similares. Sin embargo, la Unión Europea y la Administración española parecen decantarse por la fórmula "responsabilidad social empresarial".

En el Libro Verde que la Comisión de las Comunidades Europeas presentó en 2001 lo define como la integración voluntaria, por parte de las empresas, de las preocupaciones sociales y medioambientales en sus operaciones comerciales y sus relaciones con sus interlocutores.

Ser socialmente responsable no significa solamente cumplir plenamente con las obligaciones jurídicas, sino también ir más allá de su cumplimiento invirtiendo más en el capital humano, el entorno y las relaciones con los interlocutores. La experiencia adquirida con la inversión en tecnología y prácticas comerciales respetuosas del medio ambiente sugiere que ir más allá del cumplimiento de la legislación puede aumentar la competitividad de las empresas. La aplicación de normas más estrictas que los requisitos de la legislación del ámbito social, por

ejemplo en materia de formación, condiciones laborales o relaciones entre la dirección y los trabajadores, puede tener también un impacto directo en la productividad. Abre una vía para administrar el cambio y conciliar el desarrollo social con el aumento de la productividad.

No obstante, la responsabilidad social de las empresas no se debe considerar sustitutiva de la reglamentación o legislación sobre derechos sociales o normas medioambientales, ni permite tampoco soslayar la elaboración de nuevas normas apropiadas. En los países que carecen de tales reglamentaciones, los esfuerzos se deberían centrar en la instauración del marco legislativo o reglamentario adecuado con el fin de definir un entorno uniforme a partir del cual desarrollar prácticas socialmente responsables.

A pesar de que, hasta ahora, el fomento de la responsabilidad social ha correspondido fundamentalmente a algunas grandes empresas o sociedades multinacionales, esta es importante en todos los tipos de empresa y todos los sectores de actividad, desde las pymes a las empresas multinacionales. El aumento de su puesta en práctica en las pequeñas y medianas empresas, incluidas las microempresas, es fundamental, porque son las que más contribuyen a la economía y a la creación de puestos de trabajo. Aunque muchas pymes ya han asumido su responsabilidad social, sobre todo a través de su participación a nivel local, una mayor sensibilización y un apoyo más importante a la difusión de las buenas prácticas podrían contribuir a fomentar la responsabilidad social entre este tipo de empresas. Las cooperativas de trabajadores y los sistemas de participación, así como otras formas de empresas (cooperativas, mutualistas o asociativas), integran estructuralmente los intereses de otros interlocutores y asumen espontáneamente responsabilidades sociales y civiles.

De este modo se puede decir que la RSE abarca tres aspectos fundamentales:

- Responsabilidad económica: las empresas tienen como una de las acciones más importantes a desarrollar generar riqueza en el entorno en el que están insertas (empleo, innovación, impuestos, etc.).

  Esta tarea es fundamental también para el propio desarrollo de la empresa, pero la riqueza que se genere ha de basarse en valores y prácticas universalizables.

  Obtener beneficios y minimizar los costes de cualquier tipo, económicos, medioambientales, sociales, etc., es una tarea fundamental de una empresa socialmente responsable.

- **Responsabilidad social:** la empresa, para ser una institución legitimada socialmente, ha de dar respuesta a las demandas que la sociedad le plantea desde los valores y las pautas de comportamientos que la propia sociedad le indica. De este modo, la empresa conseguirá estar integrada en el entorno en el que está inserta.

- **Responsabilidad medioambiental:** la empresa expresa su responsabilidad social también a través del cuidado de su entorno físico. Esta cuestión se muestra como una necesidad imperiosa para la propia subsistencia de la empresa, ya que, por un lado, en España una gran parte de las cuestiones medioambientales se encuentran reguladas y, por otro lado, el respeto y cuidado del medio ambiente es una cuestión clave para llevar a cabo un desarrollo sostenible.

2.1. Dimensión interna y externa de la RSE

La RSE tiene dos vertientes. La interna, que contempla la empresa desde el interés social y, por lo tanto, tiene que ver con aspectos clave de la gestión de los recursos humanos y de la seguridad laboral, la formación y desarrollo de los trabajadores, la gestión de la calidad y del medio ambiente.

La dimensión externa está referida a las relaciones de la empresa con sus agentes externos y entorno social. Lejos de circunscribirse al mundo propio de la empresa, la RSE abarca a un amplio abanico de interlocutores donde estarían sus clientes y proveedores, administraciones, comunidades locales, etc.

- **Dimensión interna:** las prácticas de RSE afectan en primer lugar a los trabajadores y se refieren a cuestiones como la inversión en recursos humanos, la salud y la seguridad. Las prácticas respetuosas con el medio ambiente tienen que ver fundamentalmente con la gestión de los recursos utilizados en la producción:

  - Gestión de recursos humanos: actualmente uno de los desafíos más importantes a los que se enfrentan las empresas es atraer a los trabajadores cualificados y lograr que permanezcan en su organización, por ello, en este contexto las medidas pertinentes en este campo podrían incluir:

    · Aprendizaje permanente, mejora de la información/comunicación.
    · Equilibrio entre vida familiar y profesional.
    · Equidad retributiva y de desarrollo profesional.

    · Prácticas responsables de contratación (tratan de aumentar la tasa de empleo y luchan contra la exclusión social).

  - Salud y seguridad en el trabajo: tradicionalmente los aspectos de salud y seguridad en el trabajo se han abordado mediante instrumentos legislativos. Sin embargo, hoy debiéramos gestionar este aspecto mediante acciones tales como:

    · Promover comportamientos que favorezcan la salud y seguridad en el trabajo, tanto de sus propios trabajadores, como de aquellos otros subcontratados.
    · Mayor control de los contratistas en el ámbito de la salud y la seguridad.

  - Gestión de impacto ambiental: las políticas ambientales de las empresas deben incluir actuaciones que redunden en:

    · Reducir el consumo de recursos energéticos y disminuir la emisión de vertidos y residuos.
    · Políticas integrales de producto basadas en el análisis de las repercusiones del producto a lo largo de su ciclo de vida.

- **Dimensión externa:** la RSE de las empresas abarca a las relaciones de la empresa con su entorno social y ambiental en el sentido más amplio, tales como la comunidad, los clientes y proveedores, administración y autoridades públicas, ONG, etc.:

  - Comunidad: las empresas contribuyen al desarrollo de las comunidades donde se ubican proporcionando empleos, prestaciones y servicios, así como beneficios adicionales revertiendo estos a la sociedad a través de, entre otros, los ingresos fiscales. Por otro lado, las empresas realizan sus contrataciones en el mercado de trabajo local, por lo que están muy interesadas en que en su ubicación existan personas con las competencias que necesitan.

  Asimismo, cada vez más la imagen y reputación de las empresas influye sin duda en su competitividad. Entre las diferentes formas en que la empresa, en el ámbito de la RSE, puede hacerse visible en la comunidad podemos incluir:

    · Mejorar el entorno físico local.
    · Ofrecimiento de formación profesional.
    · Actividades culturales y deportivas a nivel local.
    · Donaciones y obras de beneficencia.

- Clientes, proveedores, consumidores: cada vez más los consumidores tienen en cuenta las políticas de RSE aplicadas por las empresas. La colaboración estrecha de las empresas con sus socios comerciales puede redundar en mejora de costes y aumento de la calidad. De igual forma, los clientes valoran de forma muy positiva la interacción de la empresa con su entorno, como se constata en encuestas de opinión sobre RSE. Las grandes empresas son, a veces, al mismo tiempo socios comerciales de las más pequeñas, por ello, deben ser conscientes de que sus resultados sociales pueden verse afectados por las prácticas de sus socios y proveedores a lo largo de toda la cadena de valor:

  · Subcontratación de servicio.
  · Sistemas de tutoría y apoyo a empresas locales. Asistencia en general.
  · Ofrecer productos y servicios con calidad, fiabilidad y servicio.
  · Productos diseñados para ser utilizados por el mayor número posible de usuarios (discapacitados, etc.).

- Derechos humanos: una de las dimensiones de la RSE en las empresas está estrechamente vinculada a los derechos humanos, sobre todo por lo que respecta a las condiciones de trabajo de las actividades internacionales y las cadenas de suministro mundiales. Aspectos a considerar son los relacionados con la lucha contra la corrupción y dentro de esta el aspecto concreto de los sobornos. Así, bajo estos parámetros, las empresas adoptan "códigos de conducta" que de alguna forma corrijan o eliminen este tipo de actuaciones o conductas.

2.2. Beneficios y ventajas de la RSE

La responsabilidad social empresarial es una herramienta muy eficaz para la mejora del modelo productivo porque aúna criterios de eficiencia, sostenibilidad y prosperidad con el valor de la diversidad, la igualdad de oportunidades, el respeto, la tolerancia y la convivencia.

La RSE constituye una oportunidad de mejorar los beneficios de las empresas, imprescindible para construir una sociedad más justa y eficiente. Numerosos estudios han demostrado que las empresas que avanzan en políticas de RSE logran que sus empleados mejoren sus condiciones laborales y aumenten su productividad, lo que repercute directa y positivamente en sus cuentas de resultados.

Entre los beneficios para la empresa se puede destacar:

- Mayor capacidad de contratar y mantener talentos: los trabajadores se sienten motivados con prácticas de gestión socialmente responsables, definidas con claridad. Les agrada formar parte de organizaciones que respetan al individuo e invierten en su capacidad de aprendizaje. La responsabilidad social atrae para la empresa talentos y, al mismo tiempo, hace que el trabajador se sienta estimulado a mantenerse en el empleo.

- Mayor lealtad del consumidor: los consumidores admiran aquellas empresas que valoran a sus empleados, desarrollan proyectos sociales, se preocupan por el medio ambiente e invierten esfuerzos contra la corrupción. Por ello, la responsabilidad social es un factor que garantiza la fidelidad del consumidor.

- Valoración de la imagen y de la marca: las prácticas de responsabilidad social agregan valor a los negocios de la empresa, que puede valerse de ese potencial diferenciador para sus estrategias de negocios. Un ejemplo que ilustra estos conceptos son las investigaciones que desde el Reputation Institute realiza para conocer la percepción del consumidor en torno a la responsabilidad social. Los datos obtenidos muestran un consumidor preocupado por aspectos tales como la ética y el tratamiento a los empleados y dispuesto a premiar a empresas que adoptan comportamientos socialmente responsables.

- Sostenibilidad del negocio a largo plazo: la perennidad de la empresa constituye también motivo de preocupación para los inversionistas. Las prácticas socialmente responsables disminuyen las contingencias de la empresa y permiten su control, reduciendo el riesgo del negocio como un todo.

3. Ejemplos de empresas comprometidas con la RSE

Henkel, actuación responsable en toda la cadena de valor

La compañía tiene muy en cuenta cómo genera sus ventas y beneficios y actúa responsablemente en toda la cadena de valor. Esta actitud está firmemente arraigada en la historia de la multinacional alemana, cuyas marcas han combinado durante años la máxima calidad con el respeto a las personas y el medio ambiente. Todas sus marcas y productos en todo el mundo ofrecen una alta eficacia y compatibilidad ecológica y son fabricados utilizando la menor cantidad de agua y energía posible, así como en buenas condiciones de trabajo.

En los inicios y objetivos de protección y seguridad medioambiental publicados por Henkel en los años ochenta, la multinacional se comprometió a promover la salud y la seguridad en el puesto de trabajo, conservando recursos y reduciendo emisiones. Esto se vio reflejado en sólo diez años, reduciendo los accidentes ocupacionales en un 86%, el consumo de agua en un 48% y la generación de residuos en un 37%.

Tienen un fuerte compromiso por la diversidad y la conciliación al igual que un programa de responsabilidad social corporativo internacional a través del cual se ha ayudado a más de 6.500 niños en 110 países con una ayuda de más de once millones de euros. Son los propios empleados los que presentan los proyectos sociales que quieren que Henkel dé apoyo, un jurado internacional adjudica las ayudas y los empleados se involucran o bien como voluntarios o bien como padrinos para llevar a cabo los proyectos.

Por último, cabe destacar el diálogo de Henkel con los grupos de interés (accionistas, clientes, consumidores, proveedores, vecinos, políticos, asociaciones, ONG, etc.), permitiéndoles identificar de forma temprana los requisitos del mercado y definir las áreas más importantes para su actividad.

El hogar es la base de IKEA en materia de sostenibilidad

En IKEA no hay una política de RSE definida, ya que está integrada en la "forma de actuar" de la compañía. Todos y cada uno de los que forman parte de la compañía son garantía de la sostenibilidad, ya que es parte de su cultura. En el diseño de la estrategia existe un comité formado por representantes de todos los departamentos que identifican las áreas de mejora y definen las líneas básicas y de actuación en materia de RSE, que deben integrarse de forma transversal en los distintos procesos y proyectos de IKEA.

Como acciones en RSE se podrían destacar:

- "IKEA goes renewable". Apuestan por contribuir a frenar el cambio climático con dos objetivos claros: ser unos 25% más eficientes energéticamente y utilizar un 100% de energías renovables.

- Diversidad. Mujeres directivas y personas con discapacidad. Consideran que las personas que trabajan en las tiendas deben ser un reflejo de la sociedad en la que nos encontramos y de los clientes que nos compran. Por ese motivo se han marcado dos objetivos: 60% de las mujeres en puestos directivos y alcanzar un 4% de integración de personas con discapacidad.

Grupo L´Oréal apuesta por los proyectos solidarios

Para L´Oréal el desarrollo sostenible es un tema clave al que todas sus marcas y filiales en el mundo están estratégicamente comprometidas en su día a día. Sostenibilidad en L´Oréal significa adquirir compromisos en términos económicos, sociales y medioambientales. Tienen unos principios éticos fuertemente arraigados que rigen las relaciones con los proveedores, consumidores y colaboradores. Además, cuentan con la Fundación L´Oréal en Francia, cuyos objetivos son: el apoyo a la investigación, el desarrollo de la educación y el fomento de la autoestima a través de la belleza en colectivos vulnerables.

Cuentan con un comité internacional presidido por el director general del Grupo L´Oréal, quien se encarga de definir la estrategia mundial de desarrollo sostenible y de su puesta en marcha.

Entre los diversos retos en RSE se pueden destacar:

- Medio ambiente. Se han comprometido para el periodo 2005-2015 a reducir a la mitad las emisiones de gases de efecto invernadero, reducir en un 50% el consumo de agua por producto terminado y reducir los residuos generados por producto terminado en un 50%.

- Social. Proyectos que apoyan la investigación, el desarrollo de la educación y el apoyo a la autoestima a través de la belleza en colectivos vulnerables.

4. Bibliografía

Blog *Sostenibilidad y RSE.*

Compromiso RSE nº 1.

Guía de responsabilidad social de la empresa. ETNOR.

Libro Verde de la Comisión de las Comunidades Europeas.

Navarro, F. *Responsabilidad Social Corporativa: Teoría y práctica.*

www.henkel.es.

www.ikea.es.

7.3. POLÍTICAS DE CONTRATACIÓN Y DE SUBCONTRATACIÓN

Marta Veracruz Mas
Abogada del área Relaciones Laborales,
PREMAP Seguridad y Salud

Resumen

Las políticas de contratación establecen las relaciones entre la empresa y sus empleados. Estas políticas definen la filosofía de una empresa, cómo quiere que se le reconozca en su entorno y de qué forma protegen a sus trabajadores frente a los distintos abusos que puedan sufrir.

De ese modo va a ser muy importante el tipo de contratación que la empresa utilice con sus trabajadores e incluso con sus proveedores.

La relación entre el trabajador y la empresa se desarrolla a través del contrato de trabajo. En el mismo quedarán plasmados los acuerdos a los que lleguen las partes en cuanto a la duración, jornada, retribución, lugar de trabajo, etc.

A su vez, las empresas pueden contratar con otras empresas para cubrir alguna de sus necesidades productivas o de servicios. Por ejemplo: servicio de limpieza, servicio de vigilancia, catering o restauración, etc. Estas contrataciones se realizan a través de las llamadas contratas y subcontratas.

1. Políticas de empleo en la Unión Europea y en España

Para poder entender de dónde vienen las políticas de contratación, es necesario conocer los orígenes de las políticas de empleo en el marco de la Unión Europea y concretamente en España.

A tenor de lo dispuesto en el artículo 1 de la Ley 56/2003, de 16 de diciembre, de Empleo, "...la política de empleo es el conjunto de decisiones adoptadas por el Estado y las comunidades autónomas que tiene por finalidad el desarrollo de programas y medidas tendentes a la consecución del pleno empleo, así como la calidad en el empleo, a la adecuación cuantitativa y cualitativa de la oferta y demanda de empleo, a la reducción de las situaciones de desempleo y a la debida protección en situaciones de desempleo...".

1.1. Unión Europea

Pero como hemos apuntado, las políticas de empleo tienen su origen en la política europea de empleo.

Así, la primera referencia que tenemos a estas políticas la encontramos en:

- Tratado de Roma de 1957 (nacimiento de la Comunidad Económica Europea): dispone que es misión de la Comisión promover una estrecha colaboración entre los Estados miembros en el ámbito social, particularmente en las materias relacionadas con el empleo, el derecho al trabajo y las condiciones del trabajo, la formación y el perfeccionamiento profesionales, la seguridad social, la protección contra los accidentes de trabajo y las enfermedades profesionales, la higiene en el trabajo, el derecho de sindicación y las negociaciones colectivas entre empresarios y trabajadores.

- La Carta Comunitaria de los Derechos Fundamentales de los Trabajadores de 1989: establece los grandes principios sobre los que se basa el modelo europeo de derecho laboral y el lugar que ocupa el trabajo en la sociedad.

- El Tratado de la Unión Europea de 1992: dispone que para mejorar las posibilidades de empleo de los trabajadores en el mercado interior y contribuir así a la elevación del nivel de vida, se crea el FSE (Fondo Social Europeo), destinado a fomentar, dentro de la comunidad, las oportunidades de empleo y la movilidad geográfica y profesional de los trabajadores, así como a facilitar su adaptación a las transformaciones industriales, a los cambios de los sistemas de producción, especialmente mediante la formación y la reconversión de profesionales. Se establecen objetivos concretos para la intervención del FSE, que financiará desde entonces parte importante de la política social europea por la vía de los marcos comunitarios de apoyo en los distintos Estados miembros.

- El Libro Verde de la Política Social Europea. Tras el Tratado de la Unión Europea fue lanzado el Libro Verde, cuyo objeto era someter a consulta las cuestiones principales relacionadas con el futuro de la política social europea a todas las partes interesadas, con objeto de que participaran en el debate y propusieran las opciones deseadas, tales como: el desarrollo de los recursos humanos, el mercado único y la libre circulación de personas, el fomento de igualdad de oportunidades entre hombres y mujeres, etc.

- El Libro Blanco sobre Política Social de 1994. En este documento se determinaron las principales líneas de acción de la UE para los años siguientes en materia de políticas sociales, incluyendo propuestas relativas al empleo, la formación, la salud y la seguridad, la libre circulación y la igualdad de trato entre hombres y mujeres.

- El Tratado de Ámsterdam de 1997. Aquí el empleo se ha convertido ya en la prioridad principal de la Unión Europea. Se incrementaron las competencias de la Comunidad y se concretaron las obligaciones de los Estados miembros. Su artículo 136 dispone que "...la Comunidad y los Estados miembros tendrán por objetivo el fomento del empleo, la mejora de las condiciones de vida, y de trabajo, una protección social adecuada, el diálogo social, el desarrollo de los recursos humanos para conseguir un nivel de empleo elevado duradero y la lucha contra las exclusiones...".

- Cumbre de Lisboa de 2000. Se acuerda que para el año 2010 la Unión Europea debería fijarse como objetivo estratégico el pleno empleo.

- El Consejo Europeo de Primavera de 2008. Se acuerda invertir más en conocimiento e innovación, liberar el potencial empresarial, invertir en capital humano y modernizar los mercados laborales.

- La Estrategia Europa 2020 de 2009. El escenario ha cambiado completamente en Europa debido a la crisis económica, por lo que se acuerdan nuevas directrices a alcanzar hasta el año 2020. Se centrará en las siguientes prioridades: "... crear valor basando el crecimiento en el conocimiento, potencia el papel de los ciudadanos en sociedades inclusivas y crear una economía competitiva, conectada y más respetuosa con el medio ambiente...".

1.2. España

La política de empleo se desarrollará, dentro de las orientaciones generales de la política económica, en el ámbito de la estrategia coordinada para el empleo regulada por el Tratado constitutivo de la Comunidad Europea.

Los objetivos generales de la política de empleo española vienen recogidos en el artículo 2 de la Ley 56/2003, de 16 de diciembre, de Empleo:

- Garantizar la efectiva igualdad de oportunidades y la no discriminación, teniendo en cuenta lo previsto en el artículo 9.2 de la Constitución española, en el acceso al empleo en las acciones orientadas a conseguirlo.
- Mantener un sistema eficaz de protección ante las situaciones de desempleo, que comprende las políticas activas de empleo y las prestaciones por desempleo.
- Adoptar un enfoque preventivo frente al desempleo, especialmente de larga duración, facilitando una atención individualizada a los desempleados, mediante acciones integradas de políticas activas que mejoren su ocupabilidad.
- Asegurar políticas adecuadas de integración laboral dirigidas a aquellos colectivos que presenten mayores dificultades de inserción laboral, especialmente jóvenes, mujeres, discapacitados y parados de larga duración, mayores de 45 años.
- Mantener la unidad del mercado de trabajo en todo el territorio estatal.
- Asegurar la libra circulación de trabajadores y facilitar la movilidad geográfica, tanto en el ámbito estatal como en el europeo, de quienes desean trasladarse por razones de empleo.
- Coordinar su articulación con la dimensión del fenómeno migratorio interno y externo.
- Proporcionar servicios individualizados a la población activa dirigidos a facilitar su incorporación, permanencia y progreso en el mercado laboral, así como a las empresas para contribuir a la mejora de su competitividad.
- Fomentar la cultura emprendedora y el espíritu empresarial, así como mejorar la atención y acompañamiento a las personas emprendedoras en la puesta en marcha de su iniciativa empresarial.

Los distintos gobiernos han intentado mediante diversas medidas fomentar estos objetivos, por ejemplo, fomentando diversos contratos de trabajo, flexibilizando los requisitos para crear empresas, reduciendo las cuotas a los autónomos, etc.

Uno de los últimos ejemplos que tenemos en este ámbito es el Real Decreto Ley 3/2014, de 28 de febrero, de Medidas Urgentes para el Fomento del Empleo y la Contratación, que tiene como fin fomentar la contratación indefinida. Y esto lo consigue mediante una serie de bonificaciones y reducciones de las cotizaciones a la Seguridad Social para aquellas empresas que realicen contratos indefinidos.

Una medida que ha introducido este real decreto ha sido el establecimiento de una tarifa plana reducida de las cotizaciones sociales indefinidas que mantengan el empleo neto durante al menos tres años. Así se premia a las empresas que apuesten por el empleo estable, mientras que en la otra cara de la moneda se está apostando igualmente por trabajadores mejor formados y más productivos. La suma de ambos es la clave para garantizar tanto el bienestar social como el crecimiento económico futuro.

2. Los contratos de trabajo

"... Se entiende por contrato de trabajo aquel por el que una o varias personas participan en la producción, mediante el ejercicio voluntariamente prestado de sus facultades intelectuales o manuales, obligándose a ejecutar una obra o prestar un servicio, a uno o varios patronos empresarios, bajo la dependencia de estos, mediante un remuneración de cualquier clase o forma..."

Existen distintos tipos de contratos de trabajo en nuestro ordenamiento, por lo que las empresas en función de sus necesidades o en función del puesto de trabajo ofertado elegirán uno u otro.

Podemos dividir los contratos de trabajo en dos grandes grupos: contratos de duración indefinida y contratos de duración determinada o temporales:

- Los contratos indefinidos serían aquellos que se celebran con el trabajador para que preste sus servicios en la empresa sin límite de tiempo. Estos contratos pueden ser, asimismo, de jornada completa o de jornada parcial. Ejemplo de contratos indefinidos: contrato indefinido ordinario, contrato fijo discontinuo, contrato de apoyo a los emprendedores, etc.

- Los contratos de duración determinada o temporales serían aquellos que se celebran por un límite de tiempo, bien para realizar una obra o servicio determinado, bien porque atienda a necesidades puntuales de la empresa o porque se formulan para sustituir a trabajadores que tienen el contrato suspendido temporalmente. Al igual que sucede con los contratos indefinidos, estos pueden ser de jornada completa o de jornada parcial. Ejemplo de contratos de duración determinada: contrato de obra o servicio determinado, contrato eventual por circunstancias de la producción, contrato de interinidad.

A pesar de los distintos tipos de contratos, es el contrato indefinido al que aspiran todos los trabajadores, ya que por su propia idiosincrasia es el que más estabilidad y garantías ofrece.

De esta forma, las empresas responsables tratan de utilizar este tipo de contrato, ya que entienden que no solo es bueno para sus trabajadores, sino también para ellas.

Dentro del contrato indefinido existen subtipos orientados a insertar a colectivos sociales menos favorecidos:

- Contrato indefinido para personas con discapacidad.
- Contrato indefinido de personas con discapacidad en centros especiales de empleo.
- Contrato indefinido para personas con discapacidad procedentes de enclaves laborales.
- Contrato indefinido de emprendimiento joven.
- Contrato indefinido para trabajadores en situación de exclusión social.
- Contrato indefinido para aquellos que tengan acreditada por la Administración competente la condición de víctima de violencia de género, doméstica o víctima de terrorismo.
- Contrato indefinido para trabajadores en situación de inclusión social por empresas de inserción.
- Contrato indefinido para trabajadores mayores de 52 años beneficiarios de los subsidios por desempleo.

Las empresas responsables con su comunidad adquieren, además, otros compromisos de actuación o un código ético:

- Contratación de personas sin atender a razones de sexo, religión, política, estado civil, orientación sexual, etc. El respeto a los derechos fundamentales es indispensable en la política de contratación de la empresa.
- Obligación de cumplir con lo establecido en la Ley 13/1982, de 7 de abril, de Integración Social de Minusválidos, teniendo contratados al menos un 2% de personal con algún grado de discapacidad.
- Cumplimiento de todos los requisitos establecidos en la Ley 31/95 de Prevención de Riesgos Laborales y los reglamentos de desarrollo, para la ejecución de los trabajos que la empresa desarrolla.
- Políticas de conciliación familiar y personal.
- Beneficios sociales: ticket restaurante, seguro médico, ayudas al empleado, etc.

3. La subcontratación

También conocida como política de *outsourcing*. Las empresas pueden recurrir a la contratación externa para integrar su actividad productiva. Esta práctica es totalmente lícita, siempre y cuando se sigan las directrices que impone la ley con el fin de evitar que se vulneren derechos de los trabajadores.

La forma más común de realizar la actividad descentralizadora o *outsourcing* es a través de la contrata. Conlleva la imposición de unas obligaciones al empresario principal y respecto a personas con las que no ha contratado, lo que supone una excepción al mandato que limita a las partes la eficacia de los contratos.

La subcontratación de obras y servicios, junto con los derechos y obligaciones del contratista y subcontratista, viene recogida en el artículo 42 del Estatuto de los Trabajadores:

1. *Los empresarios que contraten o subcontraten con otros la realización de obras o servicios correspondientes a la propia actividad de aquéllos deberán comprobar que dichos contratistas están al corriente en el pago de las cuotas de la Seguridad Social. Al efecto, recabarán por escrito, con identificación de la empresa*

afectada, certificación negativa por descubiertos en la Tesorería General de la Seguridad Social, que deberá librar inexcusablemente dicha certificación en el término de treinta días improrrogables y en los términos que reglamentariamente se establezcan. Transcurrido este plazo, quedará exonerado de responsabilidad el empresario solicitante.

Al igual que sucede con las políticas de contratación donde la empresa se impone a sí misma conductas responsables con sus trabajadores, en las políticas de subcontratación, si una empresa quiere ser socialmente responsable, debe gestionar su cadena de empresas contratistas o subcontratistas estableciendo diversas medidas de obligado cumplimiento para las empresas subcontratadas o proveedores:

- Relaciones laborales: eliminación de la discriminación, prohibición del trabajo infantil, libertad sindical de los empleados, garantía de salarios mínimos, etc.
- Medio ambiente: uso de productos químicos, la gestión de residuos, las emisiones de CO_2, etc.
- Sistema de dirección: acciones correctivas, gestión de riesgos, etc.
- Dimensión ética: compromiso con la comunidad, no corrupción, etc.
- Y el cumplimiento de la ley.

En el marco de la subcontratación a nivel internacional, son varios los textos internacionales que pretenden garantizar el respeto de los derechos humanos en los procesos de subcontratación de actividades, como son la Declaración tripartita de la OIT sobre los principios y derechos fundamentales en el trabajo, las Directrices de la OCDE para las empresas multinacionales, los Diez Principios del Pacto Mundial de Naciones Unidas, a los que hay que añadir el anteriormente mencionado Libro Verde de las Comunidades Europeas, donde se afirma que las empresas deben asumir su responsabilidad social a nivel internacional y europeo a lo largo de toda su cadena de producción, así como que las grandes empresas son al mismo tiempo socios comerciales de las empresas más pequeñas, ya sea en calidad de clientes, proveedores, subcontratistas o competidores.

Son varios los motivos por los que una empresa decide seguir una política de subcontratación socialmente responsable:

- Por el propio convencimiento de la empresa, es decir, que asuma esos objetivos responsables como algo ético y adecuado.
- Pueden ser motivos relacionados con el cuidado de la imagen y la reputación empresarial. Especial atención adquieren aquí las empresas que recurren a la subcontratación internacional, ya que en muchas ocasiones las empresas subcontratadas pertenecen a países donde el respeto a los derechos humanos es ínfimo o nulo, o casi no tienen desarrollado un derecho laboral propiamente dicho. Por lo que puede suceder que el consumidor final identifique a la empresa subcontratada con la principal con la consecuencia de que decida dejar de consumir el producto por las malas praxis de la subcontratada.
- Un tercer motivo es que permite implantar una relación estable con sus proveedores y contratistas. Se facilita la gestión interna de la empresa principal al contar con un grupo de empresas contratistas subcontratistas cuyo perfil de actuación se conoce y que, en consecuencia, ofrecen garantías.
- Otro de los motivos es que una actuación socialmente responsable comporta, para la empresa principal, una ventaja competitiva en los mercados, minimizando costes, identificando ventajas competitivas vía I+D+i y controlando los riesgos vinculados a la reputación corporativa. Se produce, asimismo, una mejora continua de la producción de la empresa principal.
- La empresa principal pueda acceder, de forma preferente, a los contratos de las diversas Administraciones públicas y también a sus subvenciones, traduciéndose esto en un claro beneficio económico.

Al igual que la empresa principal se beneficia de establecer una política de subcontratación responsable, las empresas subcontratadas o proveedores pueden beneficiarse de algunas medidas implantadas en la empresa principal, tales como:

- Tener los mismos derechos laborales y retributivos fijados para los trabajadores de la empresa principal.
- La empresa principal garantizará a los trabajadores de la empresa contratista que se respetarán los derechos humanos. La empresa principal asume la supervisión sobre la empresa subcontratada en materias de prohibición del trabajo forzoso, la libertad de asociación y derecho a la negociación colectiva, prohibición del trabajo infantil o no discriminación en el empleo. Esta garantía vuelve a ser crucial en los tiempos que corren, ya que debido a la globalización

mundial las empresas principales subcontratan la producción en países de Asia, África o Sudamérica donde en ocasiones hay una escaso o nulo cumplimiento de los derechos fundamentales.

- La empresa principal se asegura de contratar con aquellas otras que garanticen las mejores condiciones de empleo y trabajo, estabilidad y seguridad.

4. Bibliografía

DOP Consultores. *El mercado laboral. Acercarse a las empresas.* Consejería de Educación y Consejería de Empleo. Junta de Andalucía, 2006.

Fundación Tripartita para la Formación en el Empleo. *Observatorios de formación continua,* 2003.

Gala Durán, C. "La subcontratación socialmente responsable en el ámbito privado: ¿un nuevo reto para la legislación laboral?". *Revista Andaluza de Trabajo y Bienestar Social*, 105, 2010.

Ley 56/2003, de 16 de diciembre, de Empleo. *Boletín Oficial del Estado,* nº 301, de 17 de diciembre de 2003.

Memento práctico social 2014. Ediciones Francis Lefebvre.

Ministerio de Trabajo y Seguridad Social. *Los mercados naturales de empleo.* INEM, 2002.

Ministerio de Trabajo y Seguridad Social. Observatorio de las ocupaciones del Servicio Público de Empleo Estatal. *Los perfiles de la oferta de empleo.* Madrid, 2012.

Montoya Melgar, A. y Cristóbal Roncero, R. *Comentario a la Ley de Empleo.* Civitas. Madrid, 2004.

Pérez Acosta, E. (coord.). *La política de empleo en la Unión Europea.* Junta de Andalucía. DG de Empleo e Inserción. Sevilla, 2000.

Prieto Prieto, A. "La nueva fase de la Estrategia Europea del Empleo". *Revista del Ministerio de Trabajo y Seguridad Social*, 52(2004): 211-220.

Real Decreto Legislativo 1/1995, de 24 de marzo, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley del Estatuto de los Trabajadores. *Boletín Oficial del Estado,* nº 75, de 29 de marzo de 1995.

7.4. POLÍTICA MEDIOAMBIENTAL[1]

Beatriz Ramos Alonso
Ingeniero químico, directora del Área de Sistemas Integrados de Gestión e I+D+i.
PREMAP Seguridad y Salud

Resumen

Este capítulo se centra en el importante papel que juegan las empresas en la protección medioambiental. La actividad empresarial es agente causante de muchos de los factores que inciden en la salud y seguridad laboral y en el medio ambiente. La promoción y mejora del medio ambiente no sólo comporta un efecto positivo en las condiciones de vida de los ciudadanos, sino también en las condiciones laborales del personal productivo, lo que se traduce en beneficios para el tejido empresarial medidos en términos de eficiencia y rentabilidad.

1. Introducción

La preocupación por el medio ambiente ha cobrado especial relevancia en las últimas décadas, fundamentalmente como consecuencia del notable deterioro que ha sufrido el mismo. Los procesos productivos, la sociedad de consumo y la supuesta mejora de la calidad de vida han causado graves daños sobre nuestro entorno.

[1] El presente capítulo ha sido elaborado conforme a la norma ISO 14001:2004 y el borrador FDIS ISO 14001:2015. A fecha de publicación del libro, es probable que ya se encuentre en vigor la nueva versión de la norma ISO 14001:2015 (prevista a septiembre de 2015). Tres años después de la publicación de dicha norma, quedará anulada toda certificación existente expedida según la norma ISO 14001:2004.

En la conferencia de las Naciones Unidas se definió el medio ambiente como "conjunto de componentes físicos, químicos, biológicos y sociales capaces de causar efectos directos o indirectos, en un plazo corto o largo, sobre los seres vivos y las actividades humanas" (Estocolmo, 1972).

A un nivel más concreto, dentro del ámbito laboral, se define medio ambiente como "el entorno en el cual una organización opera, incluidos el aire, el agua, el suelo, los recursos naturales, la flora, la fauna, los seres humanos y sus interrelaciones" (ISO 14001).

A lo largo de la historia, la actividad humana ha estado en constante interacción con el medio ambiente transformándolo con el desarrollo de sus actividades y relacionándose con él de alguna de las siguientes formas:

- Para la obtención de recursos, como base del desarrollo de las actividades humanas. Este incremento en el uso de los recursos lleva en muchos casos al agotamiento de los no renovables e incluso a superar la tasa de renovación de los que son renovables.

- Generando residuos. Una vez utilizados los recursos disponibles en la naturaleza, éstos son devueltos al entorno, ya transformados en forma de residuos, vertidos o emisiones. El uso creciente del medio ambiente como depósito de desechos lleva a limitar la capacidad de nuestro entorno para su asimilación e incorporación a sus ciclos naturales.

- Por último, el medio ambiente es utilizado como soporte de actividades, con una ocupación del espacio. El aumento de la ocupación del espacio por el hombre y sus actividades disminuye la capacidad de recuperación del medio ambiente.

A consecuencia de la legislación ambiental, de la creciente presión social y de mercado, las empresas se sienten obligadas a proteger el medio ambiente, aunque cada vez son más las que ven en la gestión ambiental una ventaja competitiva. Por este motivo, muchas organizaciones deciden implantar voluntariamente un sistema de gestión ambiental (SGA).

El SGA permite analizar en profundidad el impacto que la empresa produce sobre nuestro entorno y tomar medidas dirigidas a la mejora del desempeño ambiental mediante la disminución del consumo de recursos, el ahorro energético y la gestión segregada de residuos, más allá del estricto cumplimiento legal.

2. Modelos de gestión ambiental

Los sistemas de gestión ambiental permiten identificar, medir y analizar los aspectos ambientales asociados a las actividades de una empresa, con objeto de definir el control sobre sus procesos de trabajo y tomar medidas para la mejora del comportamiento ambiental de la organización.

Actualmente en España existen dos modelos de referencia para la definición de un sistema de gestión ambiental:

- Norma ISO 14001.
- Reglamento EMAS.

Ambos sistemas proponen una sistemática eficaz y adaptada a la empresa para ayudar a las organizaciones a mejorar su gestión ambiental, si bien existen algunas diferencias, dado que el reglamento EMAS contiene algunos requisitos adicionales que hacen que el mismo sea algo más exigente.

Principales diferencias entre los modelos de gestión ambiental:

ISO 14001

- Ámbito internacional.

- No existe obligación de realizar una evaluación ambiental inicial.

- El alcance de las auditorías será únicamente el SGA.

- No es obligatoria la declaración ambiental pública.

- La implantación finaliza con la certificación por parte de un organismo de certificación autorizado.

- No es necesario el registro de la certificación.

Reglamento EMAS

- Ámbito europeo.
- Exige la evaluación ambiental inicial para determinar y evaluar los aspectos ambientales de las actividades de la empresa, si no se dispone de un SGA previo certificado.
- La periodicidad de las auditorías internas está establecida en un periodo no superior a tres años.
- Exige declaración ambiental puesta a disposición del público y validada por un verificador externo.
- El alcance de la auditoría, además del SGA, debe incluir la política ambiental, el programa y el cumplimiento de la legislación aplicable.
- La implantación finaliza con la verificación por un organismo competente.
- Las organizaciones son inscritas en el registro de empresas adheridas por un verificador medioambiental autorizado.

Se establece un vínculo entre los modelos de gestión ambiental y el modelo de empresa saludable ya que se asientan sobre la metodología PHVA: planificar-hacer-verificar-actuar. Esta metodología, aplicada a procesos, es totalmente compatible con otros sistemas de gestión como el de calidad o el de gestión de la seguridad y salud en el trabajo.

La certificación conforme a normas de gestión ambiental permite demostrar a los clientes, competidores, proveedores, empleados e inversores que la organización emplea las mejores prácticas reconocidas en su sector. Además, supone para la empresa una serie de beneficios de mercado, económicos, de mejora de la imagen corporativa de empresa y también de la situación reglamentaria.

Cabe resaltar que la mejora de los procesos desde el punto de vista ambiental contribuirá de manera directa en la salud de sus trabajadores, disminuyendo y/o gestionando las emisiones, vertidos y la generación de los residuos que se producen en las organizaciones.

3. Implantación de un sistema de gestión ambiental

Partimos de una premisa fundamental, la mejora de las condiciones de trabajo centrada en el medio ambiente laboral propiciará el confort de los trabajadores y reducirá el nivel de absentismo con origen en enfermedades relacionadas con la contaminación ambiental, incrementando así la productividad. Asimismo, la implicación del personal y la sensibilización ambiental conseguirán que la protección del medio ambiente supere los límites del entorno laboral.

3.1. Política

Para que un sistema de gestión funcione, bien sea el sistema de gestión de empresa saludable o de gestión medioambiental, es imprescindible la implicación de la dirección, sin la cual, el sistema está condenado a un fracaso seguro. De hecho, la tendencia es que el liderazgo y compromiso de la gerencia resulte cada vez más explícito de lo que es actualmente, haciéndose hincapié en que la implantación de un sistema de gestión debe ser considerada una decisión estratégica y, por lo tanto, toda empresa comprometida con la gestión ambiental deberá disponer de una política ambiental.

La política ambiental se convierte en el pilar que sustentará el funcionamiento de nuestro sistema por lo que la alta dirección deberá responsabilizarse de su definición, asegurándose de que disponga de unos requisitos mínimos:

- Es apropiada a la naturaleza, magnitud e impactos ambientales de sus actividades, productos y servicios.
- Establezca un compromiso de mejora continua y prevención de la contaminación.
- Proporcione el marco de referencia para establecer y revisar los objetivos y las metas ambientales.
- Incluya un compromiso de cumplimiento de los requisitos legales aplicables y de otros requisitos que la organización suscriba, relacionados con sus aspectos ambientales.
- Se documente, implemente y mantenga.

- Sea comunicada a todas las personas que trabajan para la organización o en nombre de ella.

- Esté a disposición del público.

En el compromiso de prevenir la contaminación en el contexto de empresa, además de actuar sobre la protección de los recursos naturales, el control del cambio climático y la protección de la biodiversidad y los ecosistemas, se ha de velar por el mantenimiento de un entorno laboral exento de riesgos, actuando entre otros sobre el ambiente físico de trabajo.

La política ambiental, deberá contemplar, por tanto, los factores intrínsecos y extrínsecos de la empresa, y será responsabilidad de la Dirección su difusión, compresión e implantación por la totalidad de los trabajadores. Asimismo, se pondrá a disposición del público y se mantendrá actualizada con el fin de mantener la eficacia del SGA.

3.2. Objetivos, metas y programa

Una vez definida la política y conocido el rumbo que quiere seguir la organización en su compromiso ambiental, se deben establecer e implementar los objetivos y metas ambientales documentados en los niveles y funciones pertinentes dentro de la organización.

Los objetivos y metas deben ser medibles cuando sea factible y coherentes con la política ambiental. Se deben plantear una serie de metas para cumplir y alcanzar los objetivos propuestos, así como uno o varios programas para la asignación de responsabilidades, los medios y los plazos para lograrlos.

Es imprescindible hacer un seguimiento del cumplimiento de los objetivos mediante dichos programas para conocer posibles desviaciones y poder corregirlas, adoptando medidas encaminadas tanto a evitar riesgos como a plantear oportunidades de mejora.

Por lo tanto, el establecimiento de indicadores de desempeño para cada uno de los objetivos medioambientales establecidos adquiere cada vez mayor relevancia.

3.3. Aspectos ambientales

Un sistema de gestión debe permitir identificar los aspectos ambientales existentes en los procesos de nuestra organización, evaluarlos y conocer cuáles de ellos puede tener impactos significativos para el medio ambiente. Los aspectos ambientales significativos nos darán una información muy valiosa para orientar los objetivos de nuestro sistema de gestión.

Se entiende como aspecto ambiental "el *elemento de las actividades, productos o servicios de una organización que puede actuar con el medio ambiente*", por ejemplo, los residuos generados como resultado de nuestras tareas; mientras que el impacto ambiental es el cambio que puede producir ese aspecto ambiental en el medio ambiente, como puede ser la contaminación de nuestro suelo o aguas.

Esta identificación y evaluación de aspectos tiene que establecerse para todas nuestras actividades y en las distintas condiciones de funcionamiento, bien sea operación normal durante la actividad habitual o de la actividad en operaciones no habituales (por ej. Si ese aspecto tiene lugar debido una operación puntual de mantenimiento) y en situaciones de emergencia (como puede ser un incendio, inundación, derrame de productos, etc.).

3.4. Requisitos legales y otros requisitos

Cualquier organización ha de cumplir con una serie de obligaciones legales, en el caso que nos ocupa, la legislación en materia de medio ambiente. Por tanto, se debe establecer, implementar y mantener uno o varios procedimientos para identificar y tener acceso a los requisitos legales aplicables y otros requisitos que la organización suscriba relacionados con sus aspectos ambientales y determinar su forma de aplicación.

Hay que tener en cuenta que la legislación en materia de medio ambiente puede definirse a nivel europeo, estatal, autonómico y local. Se tendrán que gestionar y mantener actualizados los requisitos aplicables a diversas materias como pueden ser: trámites administrativos, normativa sobre vertidos o contaminación atmosférica, gestión de residuos, etc.

3.5. Implementación y operación

Definida la política de nuestra organización, los objetivos que queremos alcanzar y con el conocimiento interno sobre aquellos aspectos ambientales que pueden provocar impactos sobre el medio ambiente, es necesario la implementación del sistema y hacer un control y seguimiento de su funcionamiento.

Para ello, se deben establecer una serie de procedimientos que nos permitan:

- Identificar las necesidades de formación relacionadas con los aspectos ambientales y el sistema de gestión ambiental, proporcionando formación o emprendiendo otras acciones para satisfacer estas necesidades.

- Establecer las funciones y responsabilidades en medio ambiente dentro de la estructura organizativa para que el sistema de gestión ambiental funcione de una manera eficaz.

- Establecer vías de comunicación interna entre los diversos niveles y funciones de la organización, así como los mecanismos que permitan recibir, documentar y responder a las comunicaciones pertinentes de partes interesadas externas.

- Fomentar la sensibilización y toma de conciencia de todo el personal de la organización, buscando su colaboración para lograr la mejora en el comportamiento ambiental de la organización.

- Identificar y planificar aquellas operaciones que están asociadas con los aspectos ambientales significativos.

- Identificar accidentes y situaciones potenciales de emergencia que pueden tener impactos en el medio ambiente y cómo responder ante ellos.

- Documentar el sistema de gestión. La documentación debe ser suficiente para describir el sistema y la forma en que sus partes se interrelacionan y proporcionar las indicaciones acerca de dónde obtener información más detallada sobre el funcionamiento de las partes específicas del sistema de gestión ambiental.

3.6. Verificación

La etapa de verificación del funcionamiento de sistema deberá abarcar los siguientes aspectos:

- Seguir y medir de forma regular las características fundamentales de las operaciones que puedan tener un impacto significativo en el medio ambiente.

- Evaluar el cumplimiento de los requisitos legales aplicables y otros requisitos que la organización suscriba.

- Establecer mecanismos para tratar las no conformidades reales y potenciales y tomar acciones correctivas y preventivas.

- Controlar los registros que sean necesarios para demostrar la conformidad del sistema de gestión y los resultados alcanzados.

- Asegurar que las auditorías internas del sistema de gestión ambiental se realizan a intervalos planificados, para determinar si el sistema es conforme con las disposiciones planificadas, se implementa y se mantiene adecuadamente, y proporcionar información a la dirección sobre los resultados de las auditorías.

3.7. Revisión por la dirección

La alta dirección debe revisar el sistema de gestión ambiental de la organización a intervalos planificados para asegurarse de su conveniencia, adecuación y eficacia continuas. Estas revisiones deben incluir la evaluación de oportunidades de mejora y la necesidad de efectuar cambios en el sistema de gestión ambiental, incluyendo la política ambiental, los objetivos y las metas ambientales.

4. Buenas prácticas ambientales en la empresa saludable

Según afirma la Organización Mundial de la Salud en su definición de medio ambiente y salud, dentro de dicho concepto se incluyen tanto los efectos patológicos directos de las sustancias químicas, la radiación y algunos agentes biológicos, así como los efectos (con frecuencia indirectos) en la salud y el bienestar derivados del medio físico, psicológico, social y estático en general, incluida la vivienda, el desarrollo urbano, el uso del terreno y el transporte.

La salud y el medio que nos rodea están íntimamente relacionados. El aire que respiramos, el agua que bebemos, el entorno de trabajo o el interior de los edificios tienen una gran implicación en nuestro bienestar y nuestra salud. Por ese motivo, *la calidad y la salubridad de nuestro entorno son vitales para una buena salud.*

Profundizando en lo anteriormente expuesto, hoy en día existe un cierto número de efectos sobre la salud que se suponen provocados por factores medioambientales, como son:

- Las **enfermedades respiratorias,** el asma y las alergias, por la contaminación del aire, en ambientes cerrados o al aire libre.

- Los **trastornos neurológicos de desarrollo,** por los metales pesados, los POP (*Persistant Organic Polutants,* contaminantes orgánicos persistentes) como, por ejemplo, las dioxinas, los PCB y los plaguicidas.

- El **cáncer infantil,** por una serie de agentes físicos, químicos y biológicos (p. ej., humo de tabaco en el núcleo familiar, exposición profesional de los progenitores a disolventes).

- La **exposición al humo** del tabaco durante el embarazo aumenta el riesgo de síndrome de muerte súbita entre los bebés, de déficit de peso al nacimiento, de un funcionamiento reducido de los pulmones, de asma, de insuficiencias respiratorias y de infecciones del oído medio.

- Los **plaguicidas** tienen probablemente un efecto sobre la situación inmunológica, la alteración de los procesos endocrinos, los trastornos neurotóxicos y el cáncer.

- La **radiación ultravioleta** puede reprimir la respuesta inmunológica y constituye una de las principales fuentes de cáncer de piel.

- La investigación demuestra que la exposición a niveles de **ruido** elevados o persistentes cerca de las escuelas puede influir negativamente sobre el aprendizaje de los escolares.

En el contexto de empresa saludable, la *promoción de la salud* es el proceso que permite a las personas incrementar el control sobre su salud para mejorarla. Abarca no solamente las acciones dirigidas directamente a aumentar las habilidades y capacidades de las personas, sino también las medidas que adoptadas individualmente pueden tener repercusión en el ámbito medioambiental global.

En este sentido, cobra una especial relevancia el último término recogido en la definición de la OMS de seguridad y salud: "el transporte", por la trascendencia de los datos de siniestralidad laboral relacionados con este concepto. En el último informe disponible de Accidentes Laborales de Tráfico (Ministerio de Empleo y Seguridad Social e INSHT, 2013), aparece recogido que se han registrado 468.030 accidentes de trabajo con baja, según la estadística de accidentes de trabajo. De estos accidentes, 52.129 fueron accidentes de tráfico (siendo por ello denominados accidentes laborales de tráfico), suponiendo un 11,1% del total de accidentes de trabajo.

El automóvil es, con diferencia, el medio de transporte que más energía y espacio consume por persona transportada, el que más contaminación acústica y atmosférica emite, así como el que más accidentes ocasiona. A esto se le une la baja tasa de ocupación de los vehículos.

Todo ello hace necesario que una empresa promotora de la salud implante actuaciones de mejora de la movilidad que impacten sobre ambos objetivos, la mejora ambiental y la reducción de la siniestralidad.

Algunas líneas de actuación en este sentido irán dirigidas a:

Vehículos

- Seleccionar los medios de transporte seguros y ecológicos, siendo el tren el transporte más eficiente en términos de emisión de CO_2.

- Informar sobre incentivos gubernamentales para vehículos de bajas emisiones.

Opción modal de desplazamiento

- Elaborar mapas con rutas seguras a pie, itinerarios adecuados para facilitar la marcha a pie (aceras, cruces, espacios para la estancia y el encuentro, trayectos protegidos de las inclemencias meteorológicas, etc.).

- Establecer un protocolo para mantener un fácil acceso a las instalaciones, buena iluminación y mantenimiento, así como adecuadas condiciones de seguridad vial e integral.

- Realizar campañas de sensibilización para la utilización de transporte público mediante:

  - Acceso a información, mapas y horarios de transporte público adaptados al puesto de trabajo en intranet, tablones de anuncios, etc.

  - Inclusión de información sobre el transporte público en el manual de acogida.

  - Apoyo económico de la empresa para la adquisición de abono transporte por parte de los empleados.

Optimización de la ruta

Uso de tecnologías de información para reducir viajes. Hoy en día la mayoría de las empresas utilizan estas técnicas gracias a la gran calidad e interacción que permiten, reduciendo tiempo y dinero a la vez que se disminuyen los riesgos laborales y se protege el medio ambiente.

Técnicas de conducción eficientes (formación y concienciación)

Las empresas pueden impartir clases de esta temática a sus empleados, que supone una reducción importante de la contaminación y aumenta la seguridad de la conducción. Algunas de las recomendaciones que podemos encontrar en estas técnicas son las relacionadas con las aerodinámica (evitar bajar ventanillas), graduación del aire acondicionado, evitar frenazos y acelerones y controlar la velocidad máxima (la velocidad de menos consumo es entre 90-100 km/h, que permite ahorrar un 20% con respecto a circular a 120 km/h), adecuada presión de neumáticos, etc.

Incentivos

Consultar a la Administración local si dispone de la bonificación del impuesto de actividades económicas para los sujetos pasivos que tributen por cuota municipal que hayan establecido un plan de transporte para sus trabajadores que fomente el empleo de los medios de transporte como el transporte colectivo o el compartido.

Cualquier actuación sobre el transporte y el desplazamiento encaminada a su reducción o eliminación tendría, por tanto, una gran repercusión medioambiental.

5. Bibliografía

Declaración de Ottawa sobre Promoción de la Salud, OMS. Ginebra, 1986.

https://www.msssi.gob.es/ciudadanos/saludAmbLaboral/medioAmbiente/home.htm. [Último acceso: 11 de septiembre de 2015].

http://www.insht.es/Observatorio/5%20Estudios%20tecnicos/Riesgos%20especificos/Estudios%20sobre%20Accidentes%20de%20trabajo%20relacionados%20con%20el%20trafico/Ficheros/INFORME%20ALT%202013.pdf. [Último acceso: 11 de septiembre de 2015].

FDIS ISO 14001:2015 (Draft International Standard).

UNE-EN ISO 14001. *Sistemas de gestión ambiental,* noviembre de 2004.

7.5. POSIBLES ACCIONES DESDE LA EMPRESA HACIA LA COMUNIDAD

M.ª Isabel del Mazo
Nayra del Mar Baños
PREMAP Prevención y Salud

Resumen

En una empresa responsable se piensa en la salud de las personas y el cuidado del medio ambiente, se piensa en el bienestar de la comunidad a la que se pertenece agregando valor.

Además, si el grupo familiar de los empleados es atendido por la empresa, se convierte en el principal aliado de la misma por su agradecimiento por la atención y los gestos recibidos y hace que el empleado se sienta comprometido y manifieste su lealtad.

Una empresa es realmente la mejor cuando, además de lograr los objetivos empresariales, aporta beneficios al individuo, a sus colaboradores, a los grupos familiares de los mismos, cuando beneficia su entorno y cuando al hacer una retrospectiva vea que ha cumplido con los principios éticos y morales, con la normatividad legal a la que pertenece, en fin, cuando a conciencia puedan estar seguros de que actuaron siempre en la vía correcta, respetaron las reglas del juego y no sólo no causaron daño alguno, sino que además contribuyeron con sus actuaciones y valores en el ambicioso objetivo de construir una sociedad mejor.

1. Introducción

Para definir los determinantes de la salud es importante primero tener una idea clara y uniforme sobre el concepto de salud, ya que dependiendo de cómo

concebimos la salud podremos intervenir en los elementos que la conforman. Si la vemos únicamente como la ausencia de enfermedad estaremos dejando fuera lo social, la comunidad, lo público, lo privado, el entorno, el conocimiento y la capacidad de acción. La salud se refleja en la calidad de vida, bienestar y capacidad funcional de los individuos.

Las empresas existen en comunidades, afectan y son afectadas por esas comunidades. Dado que los trabajadores viven en comunidades, su salud es afectada por el medio físico y social de la comunidad.

Así, la participación de la empresa en la comunidad comprende las actividades, conocimientos y otros recursos que una empresa proporciona a la comunidad o hacen que se conecte con la comunidad dentro de la cual opera; y aquellos que afectan la salud física y mental, la seguridad y el bienestar de los trabajadores y sus familias.

Esto incluye actividades, conocimientos y recursos proporcionados al entorno local inmediato, pero también al más extenso entorno global.

Los tipos de problemas a los que se enfrentan las empresas en un país desarrollado serán muy diferentes a los que se enfrentarían en un país en desarrollo, debido a la gran diferencia entre países en materia legal y sus entornos normativos. Por tanto, los tipos de iniciativas y soluciones que son apropiados para la empresa serán diferentes.

En un país altamente desarrollado con un sistema nacional de salud excelente y una fuerte y bien soportada legislación referente a la salud, seguridad, derechos humanos, etc., las cosas que una empresa podría hacer para participar en la comunidad pueden ser más discretas y tener un impacto menos obvio e inmediato en la comunidad.

En un país en desarrollo, ante la ausencia de un sistema de atención a la salud accesible o el apoyo de leyes laborales, las actividades de la empresa en la comunidad pueden hacer un mundo de diferencia en la calidad de vida de los empleados y sus familias.

Según los cálculos actuales, la OMS afirma que dos millones de hombres y mujeres fallecen anualmente como consecuencia de accidentes de trabajo, enfermedades profesionales o traumatismos relacionados con el trabajo; esto sin contar la carga atribuible del global de las enfermedades mentales y teniendo en cuenta

también que sólo abarcan las lesiones y enfermedades que se producen en lugares de trabajo registrados, pertenecientes al sector convencional de la economía. Muchos trabajadores, de muchos países, no forman parte de los registros y, mucho menos, pertenecen a algún programa dirigido a prevenir accidentes de trabajo o enfermedades profesionales.

Ocuparse de esta carga de morbilidad, de su coste económico y la pérdida a largo plazo de recursos humanos causados por lugares de trabajo insalubres es un reto formidable para todos los actores involucrados: gobiernos, sectores económicos, responsables de las políticas de salud y profesionales.

Existe la necesidad de un abordaje de múltiples partes interesadas para atender la salud del trabajador, su seguridad y bienestar, teniendo un impacto directo sobre el cuidado de la salud del trabajador, no sólo por la OMS y la OIT, sino por organizaciones como el Foro Económico Mundial (WEF), La Organización Mundial del Comercio (WTO), EU, ISO, UNEP, sindicatos, varias organizaciones no gubernamentales (ONG), sociedades civiles, compañías aseguradoras de la salud y otras corporaciones privadas.

2. Definiciones

Definiciones de salud

- "Un estado de completo bienestar físico, mental y social, y no solamente la ausencia de afecciones o enfermedades" (OMS).

- "Equilibrio dinámico entre población humana y su ambiente a través de la satisfacción de sus necesidades" (Modelo ecológico. Armijo R. R. *Epidemiología.* Intermédica, Edit. Buenos Aires).

- "En el concepto de salud confluyen entre lo biológico y lo social, el individuo y la comunidad, lo público y lo privado, el conocimiento y la acción. Es además un medio para la realización personal y colectiva. Es un indicador de bienestar y calidad de vida de una comunidad" (Frenk, J. *La salud de la población. Hacia una nueva salud pública.* México, 1993).

Determinantes de salud

Los determinantes de la salud son el *conjunto de condiciones* que afectan o favorecen la salud de los individuos y comunidades. Se han definido como determinantes positivos o negativos, aunque depende más del contexto en el que se encuentren que del determinante por sí mismo.

Los determinantes sociales de la salud son las condiciones sociales, ambientales, económicas, culturales, políticas e institucionales que determinan el estado de la salud de los individuos o poblaciones.

Al actuar sobre los determinantes que inciden en la salud mejoramos: la calidad de vida, la independencia funcional y el bienestar de las personas. Disminuyen la morbilidad y mortalidad, así como la discapacidad. Es importante tener presente que para modificar los determinantes de salud, primero debemos establecer su relación con los efectos en la salud de nuestra población, es decir, encontrar la causa de las causas.

Para definir los determinantes de la salud es importante primero tener una idea clara y uniforme sobre el concepto de salud, ya que dependiendo de cómo concebimos la salud podremos intervenir en los elementos que la conforman. Si la vemos únicamente como la ausencia de enfermedad, estaremos dejando fuera lo social, la comunidad, lo público, lo privado, el entorno, el conocimiento y la capacidad de acción. La salud se refleja en la calidad de vida, bienestar y capacidad funcional de los individuos.

Definición de promoción de la salud en el trabajo INSHT

- "Consiste en conjugar los esfuerzos de los empresarios, los trabajadores y la sociedad para mejorar la salud y el bienestar de las personas en el lugar de trabajo".

- Los determinantes de la salud son el conjunto de condiciones que afectan o favorecen la salud de los individuos y comunidades.

Definición de entorno de trabajo saludable según la OMS

"Entorno de trabajo saludable es aquel en el que los trabajadores y jefes colaboran en un proceso de mejora continua para promover y proteger la salud, seguridad y bienestar de los trabajadores y la sustentabilidad del ambiente de trabajo en función de los siguientes indicadores:

- La salud y la seguridad concernientes al ambiente físico de trabajo.

- La salud, la seguridad y el bienestar concernientes al medio psicosocial del trabajo incluyendo la organización del mismo y la cultura del espacio de trabajo.

- Los recursos de salud personales en el ambiente de trabajo.

- Las formas en que la comunidad busca mejorar la salud de los trabajadores, sus familias y de otros miembros de la comunidad."

Se puede, por tanto, concretar en que un entorno saludable es un espacio de trabajo que colabora en la mejora de la salud del individuo, entendida desde una concepción integral y que atiende a los determinantes de la salud de una manera más amplia, en lugar de quedarse con la mirada tradicional de salud laboral y seguridad ocupacional.

Promoción de la salud en el lugar de trabajo: *una inversión de futuro*

La seguridad y salud en el trabajo han contribuido significativamente a la disminución de los accidentes y a la prevención de las enfermedades profesionales. Sin embargo, se ha hecho evidente que esta política, por sí sola, no puede hacer frente a todos los retos mencionados anteriormente.

La PST puede redundar en una disminución de las enfermedades y los costes derivados de ellas, en un incremento de la productividad, así como en una población trabajadora más sana, más motivada, con la moral más alta y con un mejor clima laboral.

La PST es una estrategia empresarial moderna que aspira a la prevención de los riesgos profesionales (incluyendo enfermedades relacionadas con el trabajo, accidentes, lesiones, enfermedades profesionales y estrés) y a aumentar la capacidad individual de la población trabajadora para mantener su salud y calidad de vida.

Promoción de la salud en el lugar de trabajo: *gente sana en empresas sanas*

El lugar de trabajo influye en la salud y en la enfermedad de distintas maneras. El trabajo puede ocasionar enfermedades si los trabajadores han de trabajar en

condiciones dañinas para la salud, su formación es inadecuada o carecen del apoyo de sus compañeros. En contrapartida, el trabajo puede ser origen del desarrollo personal y de la mejora de las habilidades personales.

La PST propugna una serie de medidas que influyen sobre la salud de los trabajadores. Estas incluyen:

- Principios y métodos procedentes de la dirección de la empresa que reconozcan que los trabajadores son un elemento necesario en la organización y no un mero coste.
- Una cultura, con sus correspondientes principios, que incluya la participación de los trabajadores alentando su motivación y responsabilidad.
- Unos criterios de organización del trabajo que proporcionen a los trabajadores un equilibrio entre las demandas del trabajo, el control sobre el mismo, su formación y el reconocimiento social derivado.
- Una política de personal que incorpore activamente temas de promoción de la salud.
- Un servicio integrado de seguridad y salud en el trabajo.

La promoción de la salud en el lugar de trabajo se basa en la *evidencia y resulta eficaz*

La PST está basada en la cooperación multisectorial y multidisciplinar y sólo puede ser eficaz si se comprometen todos los integrantes de la empresa.

La PST puede llegar al objetivo de "gente sana en organizaciones sanas" si se basa en las siguientes premisas:

1. Todo el personal tiene que estar implicado *(concienciación y participación)*.
2. La PST ha de integrarse en todas las decisiones importantes y en todas las áreas de las organizaciones *(integración)*.
3. Todas las medidas y programas han de orientarse hacia la solución de problemas: análisis de las necesidades, establecimiento de prioridades, planificación, ejecución, control y evaluaciones continuadas *(proyecto de gestión)*.

4. La PST debe incluir medidas dirigidas al individuo y al ambiente desde varios campos; combinar el control del riesgo con el desarrollo de factores de protección y potenciadores de la salud *(integral)*.

3. Antecedentes

Las bases de la actividad general en la promoción de la salud en el lugar de trabajo se asientan en las siguientes regulaciones e iniciativas:

1. La Directiva Marco en Seguridad y Salud (Directiva del Consejo 89/391/EC, traspuesta a la legislación española mediante la Ley 31/95 de Prevención de Riesgos Laborales, de 8 de noviembre, *BOE* nº 269, de 10 de noviembre de 1995) que preparó el terreno para una reorientación de la legislación y del ejercicio tradicional de la seguridad y la salud en el trabajo.
2. La Comisión Europea ha apoyado una iniciativa para establecer una red europea para la promoción de la salud en el lugar de trabajo (PST), iniciativa en consonancia con el artículo 129 del Tratado sobre la Unión Europea.
3. El creciente interés del lugar de trabajo como campo de actuación de la salud pública como se indica en el Programa para la Acción sobre Promoción de la Salud, Educación y Formación en el marco de acción en el campo de la salud pública (nº 645/96/EC).

El mundo del trabajo está experimentando grandes cambios y este es un proceso que va a continuar en los próximos años. Algunas de las cuestiones claves que se nos presentan en relación con este tema son:

- La globalización.
- El paro y los movimientos migratorios por causa del trabajo.
- El uso creciente de la tecnología de la información.
- Los cambios en las políticas de empleo (por ejemplo, trabajo a tiempo parcial, trabajo temporal, teletrabajo).
- El envejecimiento de la población trabajadora.
- La importancia creciente del sector servicios.

- *Downsizing* (término técnico que se refiere a la disminución del tamaño de las plantillas de trabajadores en grandes industrias).
- Incremento de personal en pequeñas y medianas empresas (pymes).
- La orientación hacia el cliente y la gestión de la calidad.

El futuro de las empresas depende, en gran medida, de que su personal esté bien preparado, motivado y sano. La promoción de la salud en el lugar de trabajo puede y debe jugar un papel importante en la preparación y equipamiento de los trabajadores y las organizaciones para afrontar estos cambios.

4. Proceso de creación de un "entorno de trabajo saludable"

Hablar de qué es un *espacio de trabajo saludable* y por qué es importante tener en las organizaciones este tipo de entorno no es suficiente. Debemos ahora definir cómo crearlo.

Probablemente, existirán tantas formas de lograr un entorno de trabajo saludable como empresas, pero lo importante para que su consecución no se quede meramente en una idea y ese espacio laboral saludable ideal se consolide es incluir en su proyecto algunos principios generales ineludibles.

1. La *alta dirección* debe definir, autorizar y promocionar la política de empresa saludable de la organización.
2. La organización debe establecer, documentar, mantener y mejorar continuamente un *sistema de gestión de empresa saludable* que le permita implementar un *proceso de mejora continua*.

Para evitar que alguien diseñe un proyecto, se lance su realización sin ninguna planificación previa y luego se encuentre con que no sabe por qué falló; o que alguien se pierda en un mar de ideas por querer planear todo en el inicio del proyecto, es necesario aplicar el proceso adecuado, existiendo diversos modelos que nos pueden servir de referencia:

- Modelo PDCA (Dr. Edward Deming) o modelo *planea, ejecuta, evalúa y actúa*, reconoce que cuando se inicia un proyecto resulta difícil que sea perfecto desde el minuto uno y establece un sistema de mejora continua que permite evitar grandes errores o que el proyecto se detenga.

- Modelo de integración de sistema de gestión: OHSAS 18001 es el estándar internacionalmente reconocido para los sistemas de gestión en salud y seguridad ocupacional[2]. Fue diseñado para ser compatible con estándares internacionales de calidad tales como la ISO 9001 y la ISO 14001. En el caso de las organizaciones más complejas, se habla de este tipo de procesos como un sistema de integración de la gestión de salud y seguridad.

Tabla 1. Comparación de sistemas de mejora continua en la gestión de salud y seguridad ocupacional

Deming	(PDCA) CCOHS	(Trabajos en seguridad y salud) Lineamientos de la región del Pacífico Oeste de la OMS	OHSAS 18001	ILO (Gestión de la seguridad y salud en el trabajo)
Planificar	Dirigir: Voluntad para gestionar. Participación de los trabajadores, políticas de seguridad y salud	Asegurar el apoyo de los directivos	Estrategia de seguridad y salud	Estrategia
		Establecer un equipo coordinador		Organización
	Planear: Objetivos y metas de tipo legal y de salud en el espacio de trabajo, riesgos y accidentes	Realizar una detección de necesidades	Planificación	Planificación e implementación
		Priorizar las necesidades		
		Desarrollar un plan de acción		
Hacer	Hacer: Prevenir y proteger, planes de emergencia, capacitación, comunicación, asegurar, hacer contrato, manejar el cambio, documentar y controlar verificaciones	Implementar el plan de acción	Implementación y operación	
Evaluar	Evaluar: Medir y monitorear, investigar incidentes, auditar e inspeccionar, evaluar y corregir	Evaluar el proceso y los resultados	Acciones de evaluación y corrección	Evaluación
Actuar	Actuar: Revisar y mejorar	Revisar y actualizar el programa	Revisión de la gestión	Acciones para mejorar

[2] Contextualización, P., De Apoyo, L. *Entornos laborales saludables: fundamentos y modelo de la OMS*, 2010.

Obviamente las empresas tienen diferentes necesidades y situaciones que les llevan a elegir uno u otro modelo de gestión, pero existen cinco elementos clave que si se incluyen aumentaremos las probabilidades de conseguir los resultados deseados.

- Compromiso de los estamentos superiores

Es importante ganarse la confianza de las principales partes interesadas dado que un programa para un espacio laboral saludable debe integrarse en los objetivos y valores fundamentales de la empresa.

- Incluir a los trabajadores y sus representantes

Uno de los hallazgos más consistentes de efectividad encontrados en las investigaciones de programas exitosos es que los trabajadores afectados por el programa y sus representantes deben estar incluidos de una manera significativa en *cada paso* del proceso, desde la planificación hasta la implementación y la evaluación.

Los trabajadores y sus representantes no deben ser simplemente "consultados" o "informados" de lo que está pasando, sino ser incluidos activamente, escuchar sus opiniones, solicitarles ideas e implementarlas. Se puede afirmar sin temor a equivocarse que "...la fuerte voz colectiva es el elemento singular más importante encontrado entre las varias intervenciones que se describieron. Hasta la fecha, pocas iniciativas de cambio en la organización del trabajo han tenido éxito sin la fuerte voz colectiva."

- Análisis de brechas

Es importante plantearse la realidad actual: recolectar información, establecer las necesidades e identificar los riesgos y así asegurar que se valoren e incluyan en los planes que se hagan, en las condiciones de la comunidad y la cultura local.

- Aprender de los otros

Basado en la capacitación orientada a la acción participativa.

- Sustentabilidad

Hay que asegurarse de que las iniciativas se integren en las estrategias generales de trabajo de la empresa para que sean viables. Además, hay que evaluar y

mejorar periódicamente los programas e iniciativas mediante un sistema de evaluación tan complejo o simple como se quiera; pero debe hacerse, documentarse y mejorarse para asegurar el éxito continuo.

3. *Planificación*

a) *Definir el contenido de las actuaciones* dirigidas a crear ambientes de trabajo saludable en los ámbitos físico, psicosocial, de recursos personales de salud y en participación de la empresa en la comunidad realizando análisis previos en cada una de las áreas y priorizando según criterios empresariales y de seguridad y salud en el trabajo (evaluación de riesgos, estudios epidemiológicos y otros).



b) Considerar los *requisitos legales* atingentes a las actuaciones definidas.

c) Objetivos y programas: definir cómo se quiere implementar el programa o plan de salud que dé respuesta a los objetivos planteados. Concretar las metas por objetivos y los plazos de realización, así como también los responsables de cada tarea.

4. *Implementación:*

   a) Recursos, funciones, responsabilidad y autoridad.
   b) Competencia, formación, toma de conciencia.
   c) Comunicación, participación y consulta.
   d) Documentación.

5. *Revisar* si lo planificado se ha realizado del modo establecido en procedimientos y plazos; control de documentos.

6. Considerar *opciones de mejora* al finalizar cada revisión.

7. *Evaluar* resultados anuales y del programa a su finalización.

8. *Control* por la dirección.

Estos modelos tienen entre sus objetivos ayudar a sus miembros a mantener un tono vital corporal y mental sano. Son prácticas que a medio y largo plazo aumentan la productividad de los empleados.

Resultan muy interesantes las propuestas de empresas que pretenden estudiar a nivel internacional y nacional las prácticas para convertirse en saludables. Empresas que favorecen y orientan el ejercicio físico, la nutrición basada en el modelo mediterráneo y el descanso reparador de sus empleados constituyen un fenómeno aún incipiente en España, pero que junto con la RSC y las políticas de integración de minorías y las de conciliación constituyen la base para que la empresa cumpla con su función como célula de vanguardia de la sociedad actual.

Por supuesto que una empresa primero tiene que generar riqueza y ganar dinero, pero ese objetivo no sólo es compatible con las políticas de una empresa saludable, sino que además ambas, la productividad y el modelo de empresa saludable, son sinérgicas. Una sinergia que puede evitar en épocas como las actuales la necesidad de utilizar procesos traumáticos, como los famosos ERE, para recuperar la rentabilidad perdida. Estos procesos que no serían necesarios porque el conjunto de políticas de dirección de personas hace más rentable la empresa que sus competidoras. La idea es que además de ser útiles a RR. HH. y a la alta dirección puedan hacer posible el reto de conseguir empresas humanas y rentables.

5. Problemas de la comunidad que afectan al espacio de trabajo

A continuación se detalla una lista no exhaustiva de posibles problemas de la comunidad que afectan al espacio de trabajo. Algunos de los problemas son globales y otros se refieren a la comunidad local, pero todos tienen en común que pueden afectar a los trabajadores.

- Pobre calidad del aire en la comunidad.
- Fuentes contaminadas de agua en la comunidad.
- Falta de experiencia o conocimiento acerca de salud o seguridad en la comunidad.
- Falta de acceso a servicios de atención primaria a la salud para los trabajadores y sus familias.
- Falta de leyes nacionales o regionales que protejan los derechos de las mujeres u otros grupos vulnerables.
- Falta de alfabetización entre los trabajadores y sus familias.
- Desastres comunitarios como inundaciones, terremotos.
- Falta de fondos para causas o empresas locales no lucrativas.
- Altos niveles de infección por VIH en la comunidad y poco acceso a recursos de prevención o tratamiento baratos.
- Falta de infraestructura o seguridad en la comunidad para promover el transporte activo hacia el trabajo y desde él, y durante el tiempo libre.

6. Participación de la empresa en la comunidad

Existen numerosos ejemplos de formas en que las empresas pueden involucrarse en la comunidad. Las empresas pueden elegir proporcionar apoyo y recursos por medio de iniciativas que tengan como finalidad:

- Proporcionar atención primaria a la salud de los trabajadores de manera gratuita o de bajo costo, incluyendo el acceso a sus familiares, empleados de pymes y trabajadores informales.

- Instituir reglamentos de equidad de género dentro del lugar de trabajo para proteger y apoyar a las mujeres o emitir reglamentos que protejan a otros grupos vulnerables cuando esto no sea legalmente requerido.

- Proveer a los trabajadores y a sus familias educación suplementaria en alfabetización, gratuita o a bajo costo.

- Proporcionar liderazgo y experiencia a las pymes en relación con la salud y seguridad en el espacio de trabajo cuando no existan en la comunidad.

- Implementar controles voluntarios sobre los contaminantes vertidos al agua o al aire por la empresa...

- Implementar reglamentos y prácticas para emplear trabajadores con impedimentos físicos o mentales y, por lo tanto, influenciando en los problemas culturales y del desempleo en la comunidad.

- Fomentar y permitir a los trabajadores el ser voluntarios en organizaciones no lucrativas durante las horas de trabajo.

- Proporcionar soporte financiero a las causas significativas para la comunidad sin la demanda de recompensa, de pago por parte de la comunidad o la compra de productos de la empresa.

- Ir más allá de los estándares legales para minimizar las emisiones de gas invernadero y encontrar otras formas de reducir la emisión de carbono de la empresa.

- Proporcionar medicamento antiretroviral no solamente a los empleados, sino también a los miembros de la familia.

- Trabajar con los planificadores de la comunidad para asegurar la funcionalidad y seguridad de ciclovías, aceras, sistemas de transporte público y mejorar la seguridad en general.

7. Actuaciones en la comunidad. Acciones concretas en las empresas

7.1. Promoción de horarios razonables. Flexibilidad horaria

Además de la adaptación de los horarios de trabajo de acuerdo con la realidad personal, también se pueden desarrollar distintas medidas con respecto al cumplimiento de horarios que favorecerán tanto el bienestar de los trabajadores como la consecución de los objetivos globales de la organización.

Por ejemplo, establecer en ocho horas reales la jornada de trabajo, con posibilidades de diferentes horarios de entrada y salida, para que se cumplan sin problemas.

En este sentido, también es importante el respeto de horarios y tiempos de reuniones, que en ocasiones son numerosas y extenuantes y sólo consiguen cansar a los participantes, sin que se logre nada concreto. Lo principal es dar prioridad a lo importante, que debería ocupar mayor tiempo que lo urgente; es un desafío que parece casi imposible, pero que puede alcanzarse con una buena organización y mediante la práctica diaria. Una vez convocada la reunión, habrá que ser muy disciplinados con respecto al tiempo de duración de las mismas, tener pautas claras acerca del uso del teléfono y el correo electrónico, orientar las actividades hacia resultados y no tareas y evitar la interrupción innecesaria del trabajo de los demás.

Existen empresas que –sobre todo en las grandes ciudades– brindan a sus empleados la posibilidad de trabajar desde su domicilio, cumpliendo el horario habitual, pero evitando las largas horas de desplazamiento entre el puesto de trabajo y su vivienda.

Las acciones para este punto estarán en profunda relación con las que se lleven a cabo para conciliar la vida laboral con la personal; pero hay que ponerse en marcha (a partir de una cuidadosa observación a cargo de los líderes) recurriendo a técnicas de organización personal del trabajo y de la planificación, y control del tiempo.

La flexibilidad horaria bien gestionada aumenta el rendimiento y el entusiasmo de los trabajadores en sus actividades diarias.

7.2. Animar a los empleados a participar en obras sociales

En los últimos años, el compromiso implícito de la empresa con la sociedad –en el sentido de que se trata de una institución necesaria para la misma, ya que es un verdadero motor de desarrollo económico y, por tanto, una importante protagonista del desarrollo social– se ha convertido en un elemento más del negocio, que además cuenta con una importancia o estatus especial.

Dentro del planteamiento actual de los planes estratégicos se incluyen políticas de acción social, tanto en el ámbito interno como externo, que llevará a cabo la propia empresa.

Esta tarea que recibe diferentes nombres: "responsabilidad social empresarial"; "mercadotecnia social corporativa"; "mecenazgo social"; "patrocinio"; etc., comienza a ser bastante habitual en las organizaciones de diferentes dimensiones.

La creación de la imagen de "empresa responsable" a través de acciones específicas o de la asociación con ONG u otras entidades sin fines de lucro con reconocimiento social tiene una serie de resultados positivos desde el punto de vista del marketing y consigue la diferenciación positiva de la empresa y, por lo tanto, de los productos o servicios ofrecidos por la misma, frente a compañías de la competencia que no realicen actuaciones similares.

Resulta evidente que el equipo gestor del proyecto elegido debe estar formado por profesionales eficientes, entre los que se destaque el director del mismo como la figura prominente. Una vez que el proyecto esté en marcha, resulta muy interesante establecer modelos de voluntariado corporativo, en los que podrán participar los miembros de la plantilla, fomentando así la buena conciencia que favorecerá y mantendrá un mejor clima laboral, en el que se comparten intereses diversos y de acción social, más allá de los meros vínculos laborales.

La participación de los empleados puede variar de acuerdo con las características de cada organización, pero se pueden establecer tres formas básicas, que se adaptarán a las necesidades concretas de la compañía:

- Empresas centradas en informar y animar a sus trabajadores para que se vinculen voluntariamente a diferentes actividades sociales (que finalmente beneficien a sus entornos o comunidades).

- Compañías que negocian con sus empleados una cantidad de horas laborables para ser destinadas a tareas solidarias.

- Organizaciones que llevan a cabo un modelo mixto entre las dos formas anteriores.

Las acciones concretas consistirán en:

- Invitar a los trabajadores a participar en instituciones solidarias que tienen acuerdos con la empresa, cediéndoles parte de su jornada laboral.

- Estimular a los miembros de la organización para que generen y aporten ideas para crear un entorno saludable en la empresa e incluso fuera de ella a través de actividades, encuentros deportivos, etc.

- En caso de no tenerla, promover la creación de una fundación u organización similar de la misma empresa, que tenga unos fines sociales, sanitarios y comunitarios en los que podrán participar todos los trabajadores.

El fomento del trabajo en obras sociales aumenta el compromiso con los valores saludables y solidarios de la empresa.

7.3. Impartir educación sanitaria y promover hábitos saludables entre los empleados y otros grupos con los que la entidad se relaciona

Existen diversas enfermedades y riesgos para la salud que pueden prevenirse a través de la información y prevención dentro de la empresa. Pero educar no es sólo ofrecer una cantidad de datos aislados, sino ponerlos en práctica a través de acciones palpables y cercanas.

Fomentar conductas saludables reporta beneficios sociales, familiares, económicos y productivos, tanto para los trabajadores y las empresas como para la comunidad en la que se integran. Por ejemplo, el consumo de tabaco y la exposición al aire contaminado por el humo de aquel se ha reducido mucho con la aplicación de medidas legislativas que prohíben fumar en el entorno laboral, pero las empresas, además de brindar información y asesoramiento a quienes lo soliciten o incluso a todos los trabajadores, pueden impulsar particularmente iniciativas como por ejemplo *un día* sin *humos* en toda la compañía.

También puede trabajarse con los seguros de salud que la mayoría de las empresas saludables ofrecen a sus trabajadores para brindar planes de información y prevención sobre malestares y enfermedades típicas de las diversas áreas laborales: problemas musculares, estrés, enfermedades cardiovasculares, etc.

Por otro lado, ofrecer un menú saludable en el comedor de la empresa, opciones saludables en las máquinas vending y con información sobre los alimentos beneficiosos para la salud es también un modo de prevenir los trastornos alimentarios y los problemas derivados de la obesidad.

La educación sanitaria ofrece un amplio abanico de posibilidades como puede ser la información y formación en nutrición para promocionar una alimentación saludable y una dieta equilibrada basada en los modelos mediterráneos complementándola con las acciones concretas en las empresas:

- Ofrecer menús saludables en el comedor de las empresas.
- Fomentar el consumo de desayunos saludables (por ejemplo, colocando máquinas que ofrezcan no únicamente bollería industrial y café, sino también zumos, frutas, galletas integrales, etc.).
- Contar con dispensadores y fuentes de agua fresca para el consumo de los trabajadores que estén ubicados en lugares próximos para todos.
- En la organización de reuniones de trabajo, ofrecer fruta, zumos y agua en vez de pastas, bollería y café.
- Promover acuerdos con los bares y restaurantes próximos para que ofrezcan más de una variante saludable del menú diario.
- Concienciar y promover la reducción del consumo de bebidas alcohólicas.
- Facilitar el uso de un gimnasio a disposición para todos los empleados en las instalaciones, realizar acuerdos para subvencionar las matrículas y acordar condiciones ventajosas en el uso de los establecimientos deportivos de la zona de influencia de la empresa e incluso organizar clases de taichí y yoga, masajes, etc.
- Acordar con los *catering* que los menús presenten un semáforo indicativo de las calorías, grasas, azúcares, etc., de cada alimento.
- Celebrar mediante diferentes iniciativas el Día Mundial de la Hipertensión, del Cáncer de Mama, de la Diabetes, etc., para concienciar a nuestros empleados sobre la importancia de cuidar nuestra salud.

- Utilización de las nuevas tecnologías y redes sociales para hacer llegar nuestra filosofía empresarial a cada rincón de la red.
- Desfibriladores semiautomáticos para utilizarlos en todos los centros de trabajo.

Fomentar estilos de vida saludables en alimentación y actividad física ayudará a promover y mantener la salud.

8. Bibliografía

BSIGroup. Disponible en: http://www.bsiamerica.com/enus/Assessment-and-Certification-services/Managementsystems/Standards-and-chemes/OHSAS-18001/ (último acceso: 31 de julio de 2009).

Declaración de Luxemburgo. Disponible en: http://www.enwhp.org/.

Grawitch, M. J. *et al.* "Leading the healthy workforce: the integral role of employee involvement". *Consulting Psychology Journal: Practice and Research* 2009, 61(2): 122-135.

Guía de la empresa saludable, noviembre de 2009. Cambra Oficial de Comerç, Indústria i Navegació de Barcelona.

Observatorio GO Fit. *Productividad y empresa saludable*.

Schnall, P. L., Dobson, M., Rosskam, E. (eds.). *Unhealthy work: causes, consequences, cures.* Amityville, New York. Baywood Publishing Company Inc., 2009, p. 169.

Walters, D. *et al.* The role and effectiveness of safety representatives in influencing workplace health and safety. *HSE Research Report* 363, 2005. Disponible en: www.hse.gov.uk/research/rrhtm/rr363.htm (último acceso: 11 de noviembre de 2009.

7.6. CONCILIACIÓN Y RELACIONES COMO ELEMENTOS DE ACCIÓN HACIA LA SALUD

Sara Díaz González
Técnico de Recursos Humanos,
PREMAP Seguridad y Salud

Resumen

¿Conciliación laboral? A simple vista es una palabra fácil de entender, cuyo significado conocemos y todo lo que engloba, sabemos que genera un sentimiento de bienestar y reputación corporativa, propulsora de la motivación y sin ninguna duda un cambio cultural dentro y fuera de las empresas. Sin embargo, si tuviésemos que reflejar por escrito todas esas sensaciones para definir la palabra "conciliación", se produciría una gran lluvia de ideas debido a las múltiples formas de entenderla, percibirla, imaginarla o incluso desearla según la situación o realidad de vida, tanto personal como profesional, que se viva. Por ese motivo, a lo largo de este capítulo se realizará un recorrido por el concepto de conciliación, profundizando en su evolución, medidas, certificaciones y, por supuesto, los beneficios que aporta.

1. Introducción

"El trabajo más productivo es el que sale de las manos de un hombre contento", así lo decía el cirujano francés Victor Pauchet, sorprendentemente pronunciada en el siglo pasado. Ha transcurrido tiempo suficiente para evidenciar dicha frase, y cada vez es mayor el número de empresas, el entorno personal y familiar e incluso las personas que optan a un nuevo puesto de trabajo o se plantean un cambio profesional, los que se suman a un modelo empresarial basado en el *win to win*, donde si tu ganas, ganamos todos. Por ese motivo, se podría afirmar que la lucha de culturas está decidiéndose a pasos agigantados, evolucionando de

una cultura en la que lo más importante era estar muchas horas en el trabajo y con extensas jornadas laborales ("cultura del esfuerzo"), a una cultura basada en la orientación al resultado, consecución de objetivos y bienestar del empleado ("cultura del compromiso").

La mayoría de las empresas tienen cada vez más claro que el camino del compromiso es el que hay que seguir porque es el que marca la diferencia, y en la actualidad son pocas las empresas que quieren quedarse desbancadas y ser poco competitivas a la hora de atraer y fidelizar el talento. Por ese motivo, son conscientes de que no sólo tendrán que centrar su foco de atención en conseguir un entorno de trabajo que permita a cada uno de sus colaboradores tener un desarrollo profesional apasionante, sino que de la misma forma tendrán que preocuparse y fomentar el desarrollo personal de cada uno de ellos.

Dados los primeros pasos, se tiene que seguir trabajando en conseguir uno de los grandes retos de la sociedad actual, la conciliación de la vida laboral, familiar y personal, o como bien diría Victor Pauchet, conseguir contentar a las personas que forman parte de una compañía.

2. El puzle de la conciliación

Como ya se mencionó en la introducción, el desarrollo personal dentro de las compañías es "el tesoro" para la atracción y fidelización del talento, desbancando a los modelos retributivos clásicos, donde el dinero era el único valor atribuido al trabajo.

El concepto ha cambiado y cada vez se valora más todo aquello que una empresa ofrece a sus colaboradores sin ser económico, es decir, el llamado *salario emocional*, un concepto que engloba cualquier forma de compensación, retributiva o contraprestación no monetaria, que recibe el colaborador a cambio de su trabajo. Dentro de ese salario emocional se incluirían los diferentes beneficios o medidas de conciliación que cada empresa adopta para sus colaboradores e incluso familiares.

Aplicar estas medidas tiene valiosos efectos positivos para el colaborador; sentirse cuidado, sentir que su familia también lo está, disponer de tiempo libre, facilidad para formarse, entre otras... Y también para la empresa supone un bienestar generalizado con equipos felices y motivados, generando un compromiso por la cultura, valores y objetivos de la misma.

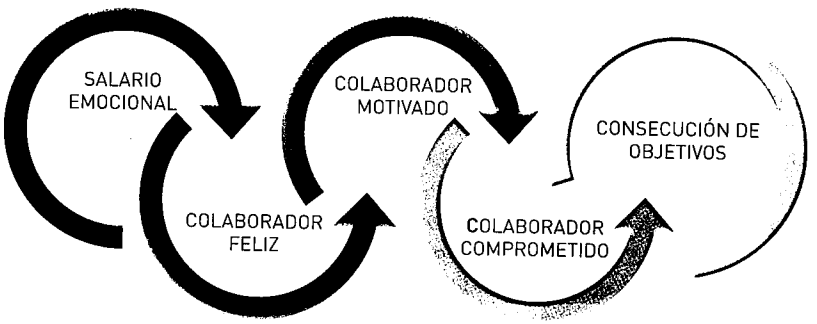


Figura 1. Salario emocional

2.1. Concepto de conciliación

Conciliar es poner de acuerdo, reunir voluntades en torno a un mismo fin, mediar entre aspectos aparentemente incompatibles, alcanzar la armonía en los procesos... Conciliar es, en suma, armonizar lo personal con lo laboral en la vida de las personas. Así lo define la Fundación Másfamilia.

La conciliación promueve tanto una nueva cultura sociolaboral, consiguiendo mayores cuotas de desarrollo, calidad de vida y justicia social, como una nueva cultura empresarial basada en la flexibilidad, el respeto y el compromiso mutuo.

Todo esto supone un cambio estructural de amplio alcance que afecta a todos los ámbitos: público y privado, laboral y personal, colectivo e individual. Por ello, los agentes políticos, económicos y sociales deben considerar que el ámbito del trabajo y el de la vida personal-familiar no son dos mundos separados sino aspectos inevitablemente relacionados que tienen que caminar unidos para garantizar la calidad de vida de las personas, la transformación de la sociedad y asegurar la calidad y rentabilidad de las empresas.

A menudo cuando se habla de conciliación, no se sabe bien de qué se está hablando, por tanto, es importante no confundir este concepto. En definitiva, conciliación no es:

- Café para todos/as.

  Son soluciones específicas que ofrece una compañía a sus colaboradores ante circunstancias conflictivas que puedan afectar al equilibrio entre los diferentes

ámbitos de su persona. Si esto se tiene en cuenta a la hora de diseñar medidas significativas, la conciliación dejará de ser vista como una cuestión de maternidad-paternidad y empezará a ser vista como un beneficio para todos.

- Algo que afecta sólo a la población femenina.

  Afecta a todas las personas por igual. Siempre existe una vida familiar, personal y profesional. Se necesita tiempo para las cosas importantes, y conseguir el equilibrio para compaginarlo es lo que genera el sentimiento de felicidad.

- Reducir la productividad ni la competitividad de la empresa.

  Para que una buena política de conciliación se pueda dar y tenga éxito es necesario que la cultura de la empresa asuma ese reto y apueste firmemente por llevarla a cabo. La empresa debe ser consciente de que la conciliación debe ir unida a la estrategia empresarial, asumiendo que es un elemento clave para atraer y retener el talento al igual que un símbolo de competitividad. Conciliar no es un sinónimo de trabajar menos, olvidándonos de la visión tradicional de medir el compromiso del colaborador con el número de horas de trabajo y no con los resultados y los logros.

- Un conjunto de medidas, es un modelo cultural.

  No sólo requiere el compromiso por parte de la empresa o de la Administración pública, sino un compromiso que incluye a toda la sociedad. Una cultura conciliadora sensibiliza y promueve las buenas prácticas y medidas encaminadas a solucionar el conflicto entre el ámbito laboral, familiar y personal.

- Algo que tienen que dar, es una actitud personal.

  Cada uno de los colaboradores de la organización debe hacer suyos los valores que lleva consigo el significado de la conciliación y conseguir promoverlos en los diferentes entornos en los que se encuentre, teniendo una actitud proactiva de seguir sumando con un objetivo común.

Por todo ello, cuando se hable de conciliación y lo primero que nos venga a la cabeza sea el concepto de familia relacionándolo con las mamás, papás, hijos, permisos, etc., habrá que quitarse esa idea de la cabeza, ya que la conciliación se ha convertido en una línea transversal que abarca tanto a la compañía: reputación corporativa, atracción del talento, excelencia, compromiso, como a la sociedad, relacionándose en temas como la igualdad y diversidad, salud y bienestar, discapacidad, infancia, y como hemos dicho anteriormente, la familia.

2.2. La conciliación dentro de un modelo empresarial

Para que un modelo de conciliación tenga éxito es necesario que la cultura empresarial vaya unida al fuerte convencimiento de la dirección por apostar firmemente en asumir este reto. Para ello es importante que la conciliación vaya unida a la estrategia empresarial. Es imprescindible una buena política de comunicación interna que sensibilice y promueva esa cultura conciliadora entre el equipo directivo, mandos intermedios y todos los colaboradores de la plantilla. Se tiene que participar de forma activa en el desarrollo de un modelo empresarial basado en la evaluación del rendimiento a través del cumplimiento de objetivos tanto cualitativos como cuantitativos y no tanto por la permanencia en el puesto de trabajo, que fomente la autonomía, confianza y responsabilidad, consiguiendo un beneficio mutuo entre la empresa y el colaborador, y afianzando la idea de que conciliar es sinónimo de *trabajar mejor y no de trabajar menos.*

Una vez que la cultura empresarial está alineada con la conciliación hay que dar tres pasos importantes para materializarla:

- Diagnóstico de la empresa. Es necesario hacer una fotografía de la empresa donde se refleje y se analice las necesidades de la empresa y de sus colaboradores. A través de un análisis DAFO se pueden categorizar las debilidades, amenazas, fortalezas y oportunidades que se encuentren para poder hacer un plan de acción a medida según los resultados obtenidos.

- Costes y recursos. La mayoría de los costes no son económicos sino de tipo organizacional. Destinar tiempo, personal y recursos a esta iniciativa, con una estrategia de acción, facilita el apoyo y el desarrollo de tareas dentro de la empresa para conseguir una adecuada distribución de los recursos y asegurar el éxito global de la compañía.

- Identificar todas y cada una de las medidas internas que van a beneficiar a los empleados de la compañía. Es muy difícil cubrir las necesidades de todos y cada uno de los colaboradores, ya que cada uno tiene una situación personal o familiar diferente. Por ese motivo hay que conseguir encontrar un equilibrio y alternativas posibles a cada una de las situaciones, para ello es muy importante conocer la situación o las necesidades de nuestros empleados a través

del primer paso, el diagnóstico, donde a través de encuestas, buzones de sugerencias, etc., se podrán identificar, estudiar y, finalmente, implantarlas o no. Dentro de las medidas de conciliación que más aplican las empresas, según un estudio realizado por Compensa Capital Humano y Fundación Másfamilia a un total de 108 empresas, nos encontramos con el siguiente *ranking:*

1. Horario flexible de entrada y salida.
2. Seguro de vida.
3. Retribución flexible.
4. Aumento de días de vacaciones.
5. Seguro médico.
6. Ayuda económica para estudios o formación del empleado.
7. Seguro de accidentes.
8. Plan de pensiones.
9. Asistencia o reconocimiento médico.
10. Condiciones ventajosas en la compra de productos.
11. Libre elección del periodo vacacional.
12. Jornada laboral intensiva en periodo vacacional.
13. Jornada laboral intensiva los viernes.
14. Mayoría de la plantilla con contratación indefinida.
15. Comedor de empresa.
16. Ventajas en la compra de productos de la entidad.
17. Condiciones financieras ventajosas.
18. Ayuda económica para la formación de los hijos.
19. Aparcamiento de empresa.
20. Cesta o regalo de Navidad.

A día de hoy, para conseguir un buen modelo de conciliación, la Fundación Másfamilia, organización privada, independiente, sin ánimo de lucro y de carácter benéfico, ayuda, a través de sus diferentes normas donde se desglosan una metodología y herramientas de trabajo, a implantar un modelo de gestión familiarmente responsable o bien desde cero o bien para mejorar las prácticas y políticas ya puestas en marcha dentro de una compañía.

Cuando una empresa supera el proceso de certificación EFR (empresa familiarmente responsable), queda patente que cumple con los requisitos exigidos de mejora continua, respondiendo a una nueva cultura de trabajo basada en la responsabilidad y respeto a la conciliación de la vida familiar y laboral, al apoyo en la igualdad de oportunidades y a la inclusión de los más desfavorecidos a través de su metodología de trabajo.

3. Beneficios y ventajas de la conciliación

El continuo movimiento y los cambios constantes ocurridos en los últimos años tanto sociales, económicos como demográficos han provocado modificaciones en la realidad familiar y empresarial. Por todo ello se ha identificado, y ya lo hemos comentado anteriormente, que las empresas tienen que conseguir que sus colaboradores no disminuyan su productividad a causa de preocupaciones que no provienen de la empresa y sí de la familia. La normativa asienta unas bases en cuanto a las obligaciones legales, pero hay que dar un paso más a través de programas específicos y medidas de conciliación, cuyo objetivo es invertir en las personas que construyen la empresa para ayudarles y al mismo tiempo mejorar la productividad, innovación y competitividad laboral.

Toda esta inversión en conciliación va a tener una serie de beneficios:

- Para la persona, mayor felicidad, "estado en el que la persona podrá desarrollar todos sus puntos fuertes en el desempeño de su profesión". Esa es la definición que propone AEDIPE (Asociación para el Desarrollo y Dirección de Personas) sobre la felicidad en el trabajo.

  - Enriquecimiento y realización personal, sin sentirse penalizado ni social ni laboralmente.

  - Incremento de calidad de vida debido a la reducción del estrés y de la ansiedad laboral.

  - Aumento de la motivación, autoestima, lealtad a la empresa y de la ilusión en el trabajo que se desarrolla.

  - Mayor estabilidad laboral y equilibrio emocional y familiar.

  - Posibilidad de realizar una carrera profesional debido al mayor desarrollo personal y profesional que tiene un colaborador al sentirse a gusto en su empresa, preocupándose más por formarse como persona y como profesional.

  - Incremento de la eficacia con la organización y rendimiento productivo con uno mismo.

- Para la empresa, mayor competitividad. "Estamos en la era de la innovación, por lo que necesitamos de la creatividad, de la innovación y de las personas

que son más libres para elegir. ¡Necesitamos más! Necesitamos su completo compromiso. La empresa que lo consiga tendrá ventajas competitivas que la harán sobrevivir". Esas son las palabras de Virgilio Gallardo, blogger de *Supervivencia Directiva.*

- Mejoran los índices de productividad, rendimiento económico, bajas laborales y rotación de personal debido a la implicación, compromiso y mejora en la prestación de servicios de los colaboradores.

- Salvatore Moccia, en su investigación sobre los *Posibles beneficios de la conciliación* (diciembre de 2011), destaca que la OMS estima que en el 2020 la depresión será la segunda causa de inhabilidad laboral y que en Europa los costes de la depresión en el trabajo son de 240.000 millones de euros, de los cuales 136.000 se deben a la pérdida de productividad.

- Estos datos nos dicen que es necesario seguir trabajando para reducir o evitar dichas cifras.

- Mejora de la imagen y reputación de la empresa tanto interna, fomentando el compromiso, fidelidad y vinculación de los colaboradores con la empresa, como externa, fomentando la atracción de nuevos y potenciales clientes al igual que la captación del futuro talento para la compañía.

- Una inversión eficaz en recursos humanos. Aumenta la retención del talento cualificado, disminuyen los costes en los procesos de selección y formación, mejora la gestión y planificación del tiempo, así como el clima laboral, dando lugar a un entorno con menos conflictos laborales, estrés y absentismo laboral y emocional.

- Para la familia y la sociedad, aumenta el equilibrio entre el entorno social y laboral. "La conciliación es satisfactoria para el individuo y útil para la sociedad", según Francisco López Ruipérez en el VIII Congreso Nacional de "Horarios Racionales, Ya".

  - Reducción de los conflictos familiares y de pareja.

  - Aumento de la natalidad y, en consecuencia, mejora de las condiciones futuras de desarrollo económico y social.

  - Incremento del tiempo dedicado a la familia.

  - Mayor igualdad entre mujeres y hombres en el ámbito laboral, familiar y social.

  - Favorece un modelo de organización de la sociedad y la calidad de vida de la ciudadanía.

  - Aumenta la calidad de vida de las poblaciones y aumenta el crecimiento de otros sectores: formación, ocio, comercio...

4. Bibliografía

Conciliación de la vida personal, familiar y laboral: www.ib.ccoo.es.

Conciliación e igualdad RR. HH. digital: www.rrhhdigital.com.

Conciliación laboral: ventajas, beneficios y ejemplos: http://es.workmeter.com/

Fundación Másfamilia: www.masfamilia.org.

Hablemos de conciliación de la vida laboral, familiar y personal en nuestras empresas: www.promocion.camaramadrid.es/

Promoción de la salud en el trabajo: www.insht.es/

Servicio Concilia Madrid: www.conciliamadrid.net.

7.7. EMPRESA FAMILIARMENTE RESPONSABLE

José Manuel Álvarez Zárate
Ingeniero. Instituto de Ergonomía

Resumen

El modelo de empresa familiarmente responsable (EFR) es una propuesta de la Fundación Másfamilia[1], una organización cuya misión es desarrollar acciones que, desde los diversos ámbitos de la vida (económico, educativo, laboral, etc.), supongan una mayor protección y una mejora de la calidad de vida y bienestar de las familias, y especialmente de aquellas con dependencias en su seno en contraprestación al importante papel que juegan como elemento de cohesión social.

EFR es un movimiento internacional que, formando parte de la responsabilidad social empresarial (RSE)[2], se ocupa de avanzar y dar respuesta en materia de conciliación de la vida familiar, personal y laboral, a través de herramientas profesionales como el modelo de gestión. En la actualidad, Fundación Másfamilia es la propietaria del esquema privado de certificación EFR, así como del modelo de gestión *ad hoc* y licenciataria de la marca del mismo nombre. Se trata de un modelo de gestión de la conciliación y la igualdad dentro de las organizaciones. EFR responde a una cultura empresarial y sociolaboral basada en la flexibilidad, el respeto y el compromiso mutuos.

1. Breve descripción del modelo EFR

En la certificación EFR se propone un proceso dinámico de mejora continua basado en el denominado círculo de Deming, también conocido como PDCA (*Plan, Do,*

---

[1] http://www.masfamilia.org/.

[2] Norma Internacional SA 8000 sobre responsabilidad social. Social Accountability International, 2014.

Check, Action). La implantación del modelo en una organización supone por tanto la mejora continua en la gestión de las personas.

El modelo establece que cada organización deberá estructurar sus políticas y medidas orientadas a la gestión de una empresa familiarmente responsable dentro de los siguientes apartados:

1. Liderazgo y estilo de dirección. Perspectiva de género.
2. Calidad en el empleo.
3. Flexibilidad temporal y espacial.
4. Apoyo a la familia de los empleados.
5. Desarrollo profesional.
6. Igualdad de oportunidades.

Existen diferentes modelos adaptados en función del sector de actividad: empresa (o grandes empresas), municipio, educación, economía social, franquicia, microentidad y un modelo global. En la norma EFR 1000-1 se recoge el modelo de gestión de conciliación e igualdad para grandes y medianas empresas (más de 150 empleados).

La implantación requiere el compromiso de la dirección, que deberá demostrarse por escrito (por ejemplo en la propia política de la organización, dentro de las definiciones de misión, visión y valores o, en su defecto, en un acta del comité de dirección) y explicitado en la visión del líder de la organización en relación con la conciliación y la igualdad de oportunidades en el contexto empresarial.

Previo al proceso de implantación, es necesario reflexionar y determinar hasta qué punto existe un cierto equilibrio real entre la vida personal y familiar y la vida profesional de las personas que trabajan en la organización. Para ello, debe realizarse un análisis del cumplimiento de la legislación aplicable en la materia, teniendo en cuenta el tipo de actividad, el mercado y escuchando a los interlocutores sociales, con el fin de identificar los puntos fuertes y débiles y las áreas de mejora en la gestión.

Se deben recoger en uno o más documentos las medidas concretas puestas a disposición de los empleados, ya sean las que recojan los mínimos legales como aquellas que superan estos mínimos. También hay que documentar los objetivos

de mejora en la conciliación e igualdad de oportunidades, designar a los responsables de llevar a la práctica la implantación y el mantenimiento del sistema de gestión de EFR, definiendo las funciones y responsabilidades correspondientes a cada persona y designando al representante de la alta dirección como responsable de dicho sistema.

Se debe llevar a cabo la identificación, análisis y evaluación de las necesidades en materia de EFR y determinar los procedimientos necesarios para la comunicación, seguimiento y medición, auditoría interna, etc., así como establecer los indicadores necesarios para la medición del desempeño, y crear una relación entre el equilibrio en la vida personal y profesional de los miembros de la organización en relación con los resultados del negocio.

En la implantación del programa se deberán definir los objetivos y metas a alcanzar, planificar las acciones a poner en práctica (definiendo los recursos, indicadores y elementos de control y seguimiento), informar y formar a las personas implicadas, y llevar a cabo una evaluación periódica del desempeño, el seguimiento y control de las acciones planificadas y la medición de los resultados obtenidos en función de los indicadores establecidos. Se trata de establecer, implantar y mantener los procedimientos y mecanismos necesarios que permitan conocer si existen o no desviaciones en relación con las medidas propuestas y los objetivos determinados.

2. Marco legal

Tal como se indica en la Ley 3/2007 (modificada en julio de 2013), la igualdad entre mujeres y hombres es un principio jurídico universal reconocido en diversos textos internacionales sobre derechos humanos, entre los que destaca la Convención sobre la Eliminación de todas las Formas de Discriminación contra la Mujer, aprobada por la Asamblea General de Naciones Unidas en diciembre de 1979 y ratificada por España en 1983. En este mismo ámbito procede evocar los avances introducidos por conferencias mundiales monográficas, como la de Nairobi de 1985 y Beijing de 1995.

La igualdad es, asimismo, un principio fundamental en la Unión Europea. Desde la entrada en vigor del Tratado de Ámsterdam el 1 de mayo de 1999, la igualdad entre mujeres y hombres y la eliminación de las desigualdades entre unas y otros son un objetivo que debe integrarse en todas las políticas y acciones de la Unión y de sus miembros.

La igualdad debe extenderse no sólo a la igualdad entre sexos, sino también a la igualdad de oportunidades independientemente del origen racial o étnico, la religión o las convicciones, la discapacidad, edad u orientación sexual.

En la Ley 3/2007 también se reconoce el derecho a la conciliación de la vida personal, familiar y laboral y se fomenta una mayor corresponsabilidad entre mujeres y hombres en la asunción de obligaciones familiares.

La Ley 39/1999 para la Promoción de la Conciliación de la Vida Familiar y Laboral de las Personas Trabajadoras plantea la necesidad de conciliación del trabajo y la familia como una condición vinculada de forma inequívoca a la nueva realidad social.

En la IV Conferencia Mundial sobre las Mujeres, celebrada en Pekín en septiembre de 1995, se consideró como objetivo estratégico fomentar una armonización de responsabilidades laborales y familiares entre hombres y mujeres, y en la declaración aprobada por todos los miembros reunidos, se reafirmó este compromiso.

Por su parte, en el ámbito comunitario, la maternidad y la paternidad, en su más amplio sentido, se han recogido en las Directivas del Consejo 92/85/CEE, de 19 de octubre, y 96/34/CE, del Consejo, de 3 de junio. La primera de ellas contempla la maternidad desde el punto de vista de la salud y seguridad en el trabajo de la trabajadora embarazada, que haya dado a luz o en periodo de lactancia. La segunda, relativa al Acuerdo Marco prevé el permiso parental y la ausencia del trabajo por motivos de fuerza mayor como medio importante para conciliar la vida profesional y familiar y promover la igualdad de oportunidades y de trato entre hombres y mujeres.

3. Beneficios que puede aportar la adopción del modelo EFR

La implantación y el desarrollo del modelo de empresa familiarmente responsable constituye un elemento esencial dentro del concepto de responsabilidad social empresarial. Desde un punto de vista económico, es indudable que mejora la imagen corporativa o la imagen de marca, transmitiendo un fuerte compromiso con los empleados y la sociedad.

El respeto a la persona y la posibilidad de conciliar la vida personal, laboral y familiar constituye un elemento esencial del estado de bienestar, contribuye a un adecuado clima psicosocial en la empresa, fortalece y trasmite la imagen de compromiso de la organización con sus empleados y la sociedad.

No cabe duda también que la protección del embarazo y la maternidad y de la paternidad contribuyen a una mejora objetiva en el desarrollo y educación de los hijos y, por ende, en una mejora de la sociedad.

Otros potenciales beneficios pueden ser la reducción del absentismo, de la rotación del personal, una mayor flexibilidad y, en determinados casos, el acceso a determinadas subvenciones o beneficios fiscales.

4. Bibliografía

Ley Orgánica 3/2007, de 22 de marzo, para la Igualdad Efectiva de Mujeres y Hombres.

Ley 39/1999, de 5 de noviembre, para Promover la Conciliación de la Vida Familiar y Laboral de las Personas Trabajadoras.

Norma Internacional SA 8000 sobre Responsabilidad Social. Social Accountability International, 2014.

7.8. LA EMPRESA COMO NÚCLEO PROMOTOR DE LA SALUD EN LA COMUNIDAD

M.ª Pilar Vega Ramiro
PREMAP Prevención y Salud

Resumen

En la actualidad, se ha producido una serie de cambios económicos, sociales y organizacionales que han contribuido a la aparición de un entorno empresarial cambiante, dinámico y afectado por la globalización económica.

Estos cambios y la conceptualización de la salud como un "estado de bienestar físico, mental y social completo, y no meramente como la ausencia de enfermedad" (OMS), han llevado a que se esté tomando forma en las empresas, como un fenómeno incipiente, la incorporación a las políticas de responsabilidad social, prácticas encaminadas a obtener el equilibrio entre la vida personal y profesional, siguiendo modelos de gestión de mejora continua. A través de estos sistemas, se integran programas dirigidos al bienestar de las personas como la RSC o de conciliación, con los programas de seguridad e higiene en el trabajo, o los beneficios sociales adjuntos al sistema retributivo y la formación o desarrollo de carreras.

Entre los beneficios que supone para una organización la incorporación de programas de bienestar corporativos, mejorando la satisfacción de los empleados y atrayendo a personal cualificado, está el de obtener una buena imagen pública que contribuye a la mejora de las relaciones comunitarias, siendo reconocidas tanto por su público interno como por su entorno externo.

Ya que la persona es un ser único e indivisible, no se puede abordar la protección de su salud sólo desde la perspectiva individual, sino que también debe considerarse

desde la integración en la comunidad, en la sociedad e incluir su aspecto laboral. Está demostrado que las empresas que promueven y protegen la salud de los trabajadores tienen un mayor éxito, siendo más competitivas a largo plazo y tienen valores más bajos de rotación en su plantilla.

Diversas investigaciones han establecido una relación directa entre "trabajo y los hábitos personales de salud", no bastando con proteger la salud a través de la eliminación de los peligros del espacio laboral, para garantizar que los trabajadores experimenten una salud excelente.

Se debe tener presente el hecho de que la salud de un empleado también está influenciada por sus hábitos personales de salud, ya que conductas como: ¿el trabajador fuma?, ¿tiene una dieta nutritiva?, ¿hace suficiente ejercicio?, ¿su sueño es reparador?, ¿conduce de forma segura?, ¿abusa en el consumo de alcohol o drogas?, tienen un tremendo impacto en la salud.

A su vez, es evidente que el trabajo puede, y lo hace, tener influencia sobre estas conductas y elecciones personales y por tanto sobre la salud, pudiendo incrementar los factores de riesgo: si una empresa dispone de una cafetería con comida que no permita tener una dieta equilibrada, es probable que esto fomente entre los trabajadores comer alimentos no sanos, por lo menos mientras están en el trabajo. Si el trabajo es estresante, muchos empleados reaccionarán incrementando malos hábitos que le ayuden (temporalmente) a lidiar con el estrés, como tomar alcohol en exceso o fumar más. Si los trabajadores esperan trabajar largas horas y un significativo tiempo extra, será difícil para ellos incorporar la actividad física a su programa diario.

Por todo ello, y como punto de partida, es necesario contemplar la promoción de la salud como una estrategia innovadora, que incluyendo la prevención de los riesgos profesionales (enfermedades relacionadas con el trabajo, accidentes, lesiones, enfermedades profesionales), contribuya a aumentar la capacidad de la población trabajadora para mantener su salud y mejorar sus hábitos de vida.

1. Desarrollo de programas de salud y bienestar

La empresa, teniendo como finalidad la concienciación y educación para cambiar comportamientos o mejorar los hábitos de su plantilla, se plantea desarrollar programas de promoción de la salud y bienestar, para lo que es necesario

realizar un análisis previo a través de estudios que permitan ofrecer a sus empleados planteamientos acordes a sus necesidades y en concordancia con la organización.

Estos programas tienen que estar diseñados de acuerdo a una planificación que nos permita ofrecer el nivel de intensidad de las actividades programadas y establecer la frecuencia con las que se ofertarán.

Como actividades básicas que contribuyen a la creación de una cultura de promoción del bienestar dentro de una organización y que, por tanto, deberían estar incluidas dentro de los programas desarrollados, se destacan temas genéricos de salud y adopción de buenos hábitos, así como sobre áreas específicas.

Cabe destacar a modo de ejemplo, las siguientes temáticas a tratar:

- Nutrición: promover la adopción de buenos hábitos en la alimentación.
- Actividad física: promoción de la actividad física y el deporte.
- *Coaching* de salud y bienestar.
- Eventos sociales de promoción: modificación de hábitos
  - Reducir el consumo de tabaco.
  - Minimizar el consumo de alcohol.
- Tratamientos *inhouse*: mejorar la ergonomía del puesto de trabajo.
- Actividades de cuerpo-mente:
  - Reducir la tensión relacionada con el trabajo.
  - Actividades de autogestión.

Por otro lado, a la hora de hacer el diseño y planificación de actuaciones, se deben tener en consideración los siguientes puntos:

- Establecer a que público se dirigen (a todo el colectivo, personal jubilado, familias de los empleados...) y forma de acceso.
- Definir los programas teniendo en consideración que no se favorezca a ciertos colectivos frente a otros que pueda ocasionar reticencias en los empleados a participar.

- Establecer la frecuencia.
- Concretar los objetivos de los programas (sensibilizar, educar, cambiar de comportamiento...).
- La comunicación y facilitación de la participación.
- Asignar un presupuesto específico para cada programa.
- Establecer el modo en que se va a hacer el seguimiento y registro del impacto de los programas en la productividad del empleado.
- Forma de analizar los resultados obtenidos y parámetros a controlar.
- Diseñar las campañas de concienciación con repeticiones periódicas.
- Confidencialidad: debe asegurarse la salvaguarda de la intimidad con respecto a los participantes de los programas, así como el aseguramiento del cumplimiento de la protección de datos en relación con toda la información médica que se pueda obtener a lo largo del desarrollo de los programas.

Un elemento clave es definir el alcance de cada actividad, siendo por tanto básico a la hora de definir el público al que va dirigido cada programa. La organización debe tener en consideración los cambios demográficos que puedan producirse en la composición de la plantilla, como es la incorporación de las mujeres al mercado laboral, así como el envejecimiento de la población y, por consiguiente, en la plantilla, al tener un impacto directo con el tipo de necesidades que puedan surgir a la hora de diseñar los programas de salud.

2. Establecer un plan específico para las actividades de salud y bienestar

Con el fin de alinear a la organización y a los empleados en la búsqueda de objetivos comunes, es necesario que la empresa desarrolle un *plan operativo de salud y bienestar*, a través del cual se facilite la planificación y ejecución.

A través de este documento se da autonomía de decisión para la ejecución de las tareas específicas sin que se pierdan los objetivos generales definidos, permitiendo a los responsables de la ejecución de los programas establecer una comunicación

con la dirección general de la organización que pueda ofrecer una visión clara de los resultados y por tanto del valor del plan puesto en marcha, así como del retorno de la inversión que los programas desarrollados suponen para la compañía.

Este documento debe incluir:

- Declaración de intenciones: definición de la visión incorporada a la filosofía de la empresa.
- Definición de metas medibles vinculadas directamente al plan estratégico de la entidad.
- Establecimiento de plazos de ejecución.
- Definición de las funciones y responsabilidades.
- Establecer presupuesto para llevar a cabo el plan.
- Designación de recursos.
- Definición de estrategias de comunicación para promover eficazmente el programa.
- Procedimiento de evaluación para medir las metas y objetivos previamente establecidos.

Cuando se establecen las líneas generales de este plan, es adecuado tener en consideración la flexibilización y racionalización de los horarios, así como otras políticas de conciliación entre la vida personal y la profesional, ya que su implantación dentro de la organización facilita la participación de los empleados en las actividades diseñadas. Así, aquellas empresas que tienen implantadas políticas que permiten liberar tiempo de la jornada laboral de los empleados tienen una participación en las actividades de promoción de la salud y bienestar elevada, al permitir la participación durante la jornada laboral.

Otro punto importante a tener en consideración es el establecimiento de la metodología para evaluar la satisfacción de los participantes en los programas, no como medida de retorno de la inversión realizada, sino como la aceptación y lo bien que se sienten con el mensaje que la organización comunica con la puesta en marcha de estas iniciativas.

A la hora de designar recursos que se hagan cargo de coordinar los programas de salud y bienestar, es muy importante tener en cuenta que, para un buen funcionamiento de este equipo, debe existir en su composición la diversidad y representación de las principales áreas de la empresa, así como la definición de una metodología de trabajo adecuada, que permita establecer las pautas o criterios. Siendo claves por tanto para el éxito del plan la correcta definición de funciones y responsabilidades, la designación de un responsable de coordinar al equipo, así como la continuidad de los miembros del mismo.

En lo referente a la inversión o asignación de presupuesto, cada organización debe establecerlo de forma consecuente con las facilidades que pueda ofrecer para el desarrollo e implantación de los programas, con la visión de eficacia en cuanto a la importancia de implantar las iniciativas planificadas buscando como fin último la mejora de la salud y bienestar de los empleados, e incluso obtener una mejor productividad. En algunos foros se ha estimado como valor mínimo de inversión ideal 150 euros por empleado/año.

Por último, pero no menos importante, es la medida y registro del impacto que la implantación de las actividades desarrolladas tienen sobre la productividad de la organización, siendo indicadores clave parámetros de: absentismo, rotación, presentismo, etc.

Estas medidas permiten evaluar el impacto que los programas definidos e implantados tienen en la inversión en términos de rendimiento, lo que implica confirmar el aumento del balance de la empresa cuando sus empleados adoptan un estilo de vida saludable.

El plan debe ser aprobado por la dirección general de la organización, y definido, según el ámbito de competencia, por diversas áreas como son: recursos humanos, comunicación interna, responsabilidad social corporativa, servicio médico, comité de empresa, prevención de riesgos, etc.

Es imprescindible que se establezca conforme a líneas transversales, con implicación de los diferentes departamentos, para poder cubrir los ámbitos de sensibilización, información y propuestas concretas de actividades.

3. Promoción de una cultura de vida saludable

La Organización Mundial de la Salud (OMS-WHO, 2006) establece que "la salud, la seguridad y el bienestar de los trabajadores son de fundamental importancia para los propios trabajadores y sus familias, y también para la productividad, la competitividad y la sostenibilidad de las empresas y, por ende, para las economías de los países y del mundo".

Tradicionalmente, los programas de salud en el lugar de trabajo han estado sesgados, al estar centrados básicamente en la seguridad y, por tanto, en la reducción de los factores de riesgo que se presentan en el propio lugar de trabajo, así como el caso de que muchos programas de promoción de la salud se han focalizado exclusivamente en estilos de vida extralaborales que ponen en riesgo la salud; sin embargo, la eficacia de combinar ambos esfuerzos hacia intervenciones que integren la protección y la promoción de la salud ha producido un cambio de rumbo en el enfoque establecido desde las organizaciones a la hora de definir sus modelos de gestión.

Por ello, partiendo desde la perspectiva de la responsabilidad social corporativa, en las empresas se está potenciando cada vez más la concienciación de la importancia que tiene la actuación en la comunidad, estableciendo iniciativas dirigidas hacia la prevención y mejora de indicadores de enfermedades muy extendidas, como son el estrés, tabaquismo, alcoholismo, obesidad, cardiovasculares..., para lo que se busca la ampliación de los programas de salud y bienestar definidos en el plan operativo a las familias de los empleados e incluso a clientes y proveedores.

Esta nueva visión hace que las estrategias de salud y bienestar, definidas por la entidad, tengan un triple enfoque al ser consideradas desde las áreas de RR. HH., PRL y RSC, tal y como en el plan operativo de salud y bienestar queda reflejado al existir presencia de cada una de ellas.

Inicialmente, parecía lógico enfocar los programas de salud y bienestar desde la perspectiva de la relación directa de la salud con la prevención de riesgos laborales en cuanto a la reducción de costes, siendo el punto de interés que tiene para la empresa por los beneficios obtenidos; como un paso ampliado, se aborda un enfoque dirigido hacia el bienestar estableciendo una relación directa con factores de prevención de riesgos de tipo emocional, considerándose las consecuencias que pueden tener sobre el clima laboral y la motivación de la plantilla.

Teniendo en consideración que para que la salud promocione de forma efectiva, es necesario establecer acciones encaminadas a facilitar el conocimiento y dotar de medios necesarios a cada persona para que sea capaz de autogestionar su salud. El aprovechar el lugar de trabajo como punto de partida para la prevención de la salud a nivel comunitario estaría dentro de la lógica el establecer como paso siguiente la ampliación del ámbito de actuación de la empresa hacia su entorno social, por los aspectos positivos con los que puede influir, de manera que la promoción de la salud se realice de forma cercana, sencilla y atractiva.

Por otro lado, muchas organizaciones están incorporando en sus iniciativas de promoción de la salud actuaciones que proporcionan servicios comunitarios, los cuales ayudan a la empresa a involucrarse voluntariamente dentro de la comunidad, así como a establecer ventajas de atracción y retención de capital humano, adoptando conductas donde se consideran elementos de salud y seguridad, protección ambiental, prácticas y políticas de recursos humanos, desarrollo de la comunidad, etc.

Diversos estudios realizados durante los últimos años indican que los trabajadores consideran que las medidas dirigidas hacia la mejora de su salud redundan directamente en su aumento de productividad; por lo que todos aquellos programas para fomentar los hábitos saludables entre los trabajadores ayudan a combatir enfermedades crónicas, lo que les permite disfrutar de una mayor calidad de vida dentro y fuera del trabajo. A su vez, se promueve el concepto de "autocuidado", a través del conocimiento aprendido por la educación, la responsabilidad y el compromiso que adquiere cada trabajador de forma individual para alcanzar un estilo de vida saludable, llegando en muchos casos a realizarse cambios de conducta y, por consiguiente, de hábitos y actitudes.

Así, en el marco de influencia en cuanto a la mejora de la salud a desarrollar desde la empresa, se pueden considerar diferentes alcances:

- Desarrollo de competencias personales desde el punto de vista de la salud.
- La creación de entornos que apoyen a la salud.
- Implantación de una cultura saludable tanto a nivel individual como familiar/social y organizacional.
- Fortalecer la acción comunitaria con programas de educación y campañas de concienciación de salud.

- Ayudar en la reorientación de los servicios sanitarios.
- Construir una política pública saludable.

4. Bibliografía

Estudio sobre la promoción de la salud y la cultura del bienestar en las empresas del IBEX 35.

IESE Business School. *Productividad y empresa saludable*, elaborado por el Centro Internacional de Investigación de Organizaciones (IRCO).

OMS. *Entornos laborales saludables: fundamentos y modelo de la OMS. Contextualización, prácticas y literatura de soporte.* Organización Mundial de la Salud, 2010.

Fundación
MAPFRE

www.fundacionmapfre.org
Pº de Recoletos, 23
28004 Madrid

