



TLVs. Novedades en la edición 1984-85

Ramón PEREZ de la OSSA
C.I.A.T. Barcelona

INTRODUCCION

Ha aparecido la nueva edición de TLVs de la American Conference of Governmental Industrial Hygienists. En esta nueva edición, correspondiente al periodo 1984-1985, junto a las ya habituales modificaciones, de los listados de valores TLV, aparecen tres auténticas novedades: Indices biológicos de exposición (BEIs), Estrés por frío y Vibración en mano y brazo (segmental).

La reciente publicación de la traducción de los valores TLV 1983-1984, efectuada por el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, en su colección de Documentos Técnicos, hace aconsejable la traducción de las citadas novedades para mantener actualizada la información sobre temas de Higiene Industrial en lengua castellana.

En general se ha seguido lo más fielmente posible la edición original, respetando incluso la numeración de tablas y gráficos. Únicamente, se ha efectuado la conversión de grados Fahrenheit a grados Celsius y de millas por hora a metros por segundo, en aquellos casos en que no lo hace la edición inglesa.

CAMBIOS EN LOS LISTADOS DE VALORES TLV

Sustancias que pasan a valores adoptados

SUSTANCIA (# CAS)	TWA		STEL		OBSERVACIONES
	ppm	mg/m ³	ppm	mg/m ³	
Acetato de 2-etoxietilo. Vía dérmica (111-15-9)	5	27	-	-	Más restrictivo
Acetato de 2-metoxietilo. Vía dérmica (110-49-6)	5	24	-	-	Más restrictivo
Acrilonitrilo. Vía dérmica (107-13-1)	2,A2	4,5,A2	-	-	Se modifica la clasificación como cancerígeno.
1,1-Dicloroetileno (75-35-4)	5	20	20	80	Más restrictivo
Etilenglicol (107-21-1)	Desaparece Aerosol				Se eliminan los aerosoles
2-Etoxietanol. Vía dérmica (110-80-5)	5	9	-	-	Más restrictivo
Fenamiphos. Vía dérmica (22224-92-6)	-	0,1	-	-	Nuevo
2-Metoxietanol. Vía dérmica (109-86-4)	5	16	-	-	Más restrictivo
Metribucin (21087-64-9)	-	5	-	-	Nuevo
Oxido de etileno (75-21-8)	1,A2	2,A2	-	-	Más restrictivo Nuevo cancerígeno
Percloroetileno (127-18-4)	50	335	200	1.340	Se añade STEL
Rodio					
Compuestos insolubles como Rh	-	1	-	-	Nuevo
Compuestos solubles como Rh	-	0,01	-	-	Menos restrictivo
Sulprofos (35400-43-2)	-	1	-	-	Nuevo
o-Toluidina. Vía dérmica (95-53-4)	2,A2	9,A2	-	-	Nuevo cancerígeno
Tricloroetileno (79-01-6)	50	270	200	1.080	STEL menos restrictivo

Sustancias que permanecen en las propuestas de modificación

SUSTANCIA (# CAS)	TWA		STEL		OBSERVACIONES
	ppm	mg/m ³	ppm	mg/m ³	
Arseniato de plomo (como Pb ₃ (AsO ₄) ₂). (10102-48-4)	-	0,15	-	-	Se elimina STEL
1,3-Butadieno (106-99-0)	A2	A2	-	-	Se suprime TLV Nuevo cancerígeno
Cereales, polvo	-	4	-	-	Nuevo
Cobalto, metal, humo y polvo (7440-48-4)	-	0,05	-	-	Más restrictivo

SUSTANCIA (# CAS)	TWA		STEL		OBSERVACIONES
	ppm	mg/m ³	ppm	mg/m ³	
Dinitrato de etilenglicol. Vía dérmica (628-96-6)	0,05	0,3	-	-	Se suprime STEL
Dinitrato de propilenglicol. Vía dérmica (6423-43-4)	0,05	0,3	-	-	Se suprime STEL
Enflurane (13838-16-9)	75	575	-	-	Nuevo
Fenilhidracina. Vía dérmica (100-63-0)	5,A2	20,A2	10,A2	45,A2	Nuevo cancerígeno
Formaldehido (50-00-0)	1,A2	1,5,A2	2,A2	3,A2	Pierde carácter techo. Nuevo cancerígeno
Halotano (151-67-7)	50	400	-	-	Nuevo
p-Nitroclorobenceno. Vía dérmica (100-00-5)	0,5	3	-	-	Menos restrictivo Se elimina STEL
Nitroglicerina. Vía dérmica (55-63-0)	0,05	0,5	-	-	Se elimina STEL
2-Nitropropano (79-46-9)	10,A2	35,A2	20,A2	70,A2	Pierde condición techo. Más restrictivo Nuevo cancerígeno
Persulfatos de metales alcalinos (como S ₂ O ₈)	-	2	-	-	Nuevo

Sustancias que se incluyen en las propuestas de modificación

SUSTANCIA (# CAS)	TWA		STEL		OBSERVACIONES
	ppm	mg/m ³	ppm	mg/m ³	
Amitrol (61-82-5)	-	0,2	-	-	Nuevo
Bromuro de hidrógeno (10035-10-6)	C3	C10	-	-	Adquiere condición techo
Cloruro de azufre (10025-67-9)	C1	C6	-	-	Adquiere condición techo
Cloruro de tionilo (7719-09-7)	C1	C5	-	-	Nuevo
Difluoruro de oxígeno (7783-41-7)	C0,05	C0,1	-	-	Adquiere condición techo
Dióxido de carbono (124-38-9)	5.000	9.000	30.000	54.000	STEL menos restrictivo
Fluoruro de hidrógeno, como F (7664-39-3)	C3	C2,5	-	-	Adquiere condición techo
4,4-metilendianilina (101-77-9)	0,1,A2	0,8,A2	-	-	Pierde vía dérmica. Nuevo cancerígeno
Pentafluoruro de azufre (5714-22-7)	C0,01	C0,1	-	-	Adquiere condición techo. Más restrictivo
Persulfato amónico, como S ₂ O ₈ (7727-54-1)	-	5	-	-	Nuevo
Persulfato potásico, como S ₂ O ₈ (7727-21-1)	-	5	-	-	Nuevo

SUSTANCIA (# CAS)	TWA		STEL		OBSERVACIONES
	ppm	mg/m ³	ppm	mg/m ³	
Persulfato sódico, como S ₂ O ₈ (7775-27-1)	-	5	-	-	Nuevo
Tetrafluoruro de azufre (7783-60-0)	C0,1	C0,4	-	-	Adquiere condición techo
m-Toluidina. Vía dérmica (108-44-1)	2	9	-	-	Nuevo
p-Toluidina. Vía dérmica (108-49-0)	2,A2	9,A2	-	-	Nuevo
Trobromuro de Boro (10294-33-4)	C1	C10	-	-	Adquiere condición techo

Relación de sustancias a las que se ha suprimido el STEL

Aldrin	Difenilamina	Demeton	Ferbam
Algodón, polvo materia prima	Dimetilacetamida	Diazinon	Formamida
Almidón	Dimetilformamida	Dibromodifluorometano	Fosfato de tributilo
-Alúmina	1,1-Dimetilhidracina	2-N-dibutilaminoetanol	Fosfato de trifenilo
Aluminio, metal y óxido	Dinitrobenceno	Diclorodifluorometano	Fosfato de triortocresilo
2-Aminopiridina	Dinitro-o-cresol	1,2-Dicloroetano (Dicloruro de etileno)	Fosfito de trimetilo
Anilina y homólogos	Dinitrotolueno	Diclorometano (Cloruro de metileno)	Fósforo (amarillo)
ANTU (-Naftiltiurea)	Dioxano, tipo técnico	1,1-Dicloro-1-Nitroetano	Ftalato de dimetilo
Azinphos-metil	Dióxido de azufre	Dicloropropeno	Hafnio
Benomilo	Dióxido de titanio	Diclorotetrafluoroetano	Heptaclor
Bromacil	Disquat	Dicloruro de etileno (1,2-Dicloroetano)	Hexaclorociclo- pentadieno
Bromuro de metilo	Disulfiran	Diclorvos	Hexacloronaftaleno
Cadmio (polvo y sales)	Disulfoton	Dieldrin	Hexafluoroacetona
Caliza	Endosulfan	Hexafluoruro de azufre	Plomo inorgánico, humos y polvo
Caolin	Endrin		
Captan	Epiclorhidrina	Hierro, diciclopentadienilo	Plomo tetraetilo
Carbaryl	E.P.N.	Hierro, sales solubles	Plomo tetrametilo
Carbonato de calcio (Marmol)	Esmeril	Indio y compuestos	Rojo de pulir
Carburo de silicio	Estaño, compuestos orgánicos	Iodoformo	Sesone
Celulosa (fibra de papel)	Estaño, metal	Ioduro de metilo	Silicato de etilo
Cianamida cálcica	Estaño, óxido y compuestos inorgánicos excepto SnO ₄	Isopropilamina	Silicato de metilo
Cihexatin	Estearato de cinc	Lindano	Silicio
Cloroformo	Estibina	Magnesita	Sulfamato amónico
Cloruro de etilo		Manganeso, ciclopenta- dieniltricarbonilo	Sulfotep
Cloruro de metileno (diclorometano)	Estricnina	Mármol (Carbonato cálcico)	2,4,5-T
Cobre, polvo y nieblas	Etilmercaptano	Metilacrilonitrilo	Tántalo
2,4-D	N-Etilmorfolina	N-Metilanilina	Telururo de bismuto
DDT (diclorodifenil- tricloroetano)	Fenotiacina		

Metilciclopentadienil- manganeso tricarbonilo	Temephos T.E.P.P.
Metil demeton	Tetrabromuro de acetileno
Metilparation	1,1,1,2-Tetracloro-2,2- difluoroetano
Molibdeno, compuestos insolubles	1,1,2,2-Tetracloro-1,2- difluoroetano
Molibdeno, compuestos solubles	1,1,2,2-Tetracloroetano
Naled	Tetracloronaftaleno
Negro de humo	Tetracloruro de carbono
Nicotina	Tetrahidruro de germanio
Niquel, compuestos solubles	Tetrametilsuccinonitrilo
Nitrobenceno	Tetrilo
Nitroetano	Thiram
Nitrometano	4,4'-Tiobis (6-Terbutil-m- cresol)
1-Nitropropano	1,1,2-Tricloroetano
Oxido de boro	Tricloronaftaleno
Oxido de hierro (Fe ₂ O ₃)	Trifluorobromometano
Oxido nítrico	Trifluoruro de nitrógeno
Paration	2,4,6-Trinitrofenilmetilni- tramina
Pentaclorofenol	2,4,6-Trinitrotolueno
Pentacloronaftaleno	Yeso
Pentaeritritol	Yeso de Paris
Pentafluoruro de bromo	
Peróxido de hidrógeno	

INDICES BIOLÓGICOS DE EXPOSICION

Prefacio

Los índices biológicos de exposición (BEIs) son niveles de alerta para la respuesta bioquímica a las sustancias químicas, o para las propias sustancias químicas, o sus metabolitos, en los tejidos, fluidos o aire exhalado de los trabajadores expuestos, independientemente de si la vía de entrada de la sustancia química ha sido la respiratoria, la digestiva o la dérmica. La introducción del BEI es un paso más en la evolución del concepto de los TLVs. El BEI proporciona al prevencionista una referencia adicional para procurar la protección de los trabajadores. Desde hace tiempo, una práctica corriente para algunas sustancias, ha consistido en el uso de flú-

dos biológicos y faneras (uñas y pelo), para medir la cantidad absorbida de la misma. El plomo es un ejemplo clásico cuya concentración en sangre se ha considerado desde antiguo como valor crítico para diferenciar entre exposiciones "seguras" e "inseguras". Dos problemas limitan una utilización más abundante de las mediciones biológicas como indicadores de exposiciones ambientales "seguras": 1) el margen relativamente amplio de respuesta individual a una sustancia y el amplio margen de "normalidad" que es preciso asumir; y 2) la carencia de métodos analíticos sencillos y específicos, suficientemente sensibles. Ambos problemas pueden superarse y creemos que se ha realizado un progreso suficiente para iniciar el uso de ciertos BEIs seleccionados que pueden emplearse como guías de exposiciones "seguras" a los tóxicos químicos. *Se considera que el BEI es el complemento de un TLV ambiental.*

Los TLV se han establecido para proporcionar al higienista industrial una medida que le ayude en el diseño de los controles operativos o del uso temporal de equipos de protección personal, que protejan a la mayoría de los trabajadores contra los efectos desfavorables de la exposición a sustancias químicas. En principio, los TWA-TLVs se han establecido para prevenir exposiciones que puedan provocar efectos adversos agudos o crónicos. Asimismo, su establecimiento responde a la intención de evitar el deterioro de la función fisiológica normal. *Este planteamiento se fundamenta en la hipótesis de que existen, para casi todos los trabajadores, un límite de exposición y una carga corporal tolerables de contaminante ambiental. Si esta hipótesis es válida debe existir un margen "seguro" en el que se produzcan cambios biológicamente insignificantes de diversas medidas de la función corporal.*

Los TLVs son una medida de la composición del ambiente externo que rodea al trabajador. Los BEIs son una medida de la cantidad de sustancia química absorbida por el cuerpo. *El concepto de BEI es especialmente útil para evaluar exposiciones a sustancias con alto potencial de penetración por vía dérmica.*

El parámetro biológico en que están basados los BEIs puede proporcionar dos tipos de información útil para el control de la exposición del trabajador: 1) medida de la respuesta individual del trabajador, y 2) medida de la exposición individual del trabajador. La medida de la respuesta proporciona una estimación del estado fisiológico del trabajador, y puede hacerse: a) investigando los cambios

en la cantidad de un constituyente bioquímico crítico, b) investigando los cambios en la actividad de una enzima crítica y c) investigando los cambios en una función biológica. La medida de la exposición puede hacerse: a) midiendo la concentración de compuesto químico en aire exhalado, orina, sangre, pelo, uñas, tejidos y fluidos biológicos, b) midiendo la concentración del (de los) metabolito (s) del compuesto químico en los tejidos y fluidos, y c) midiendo la intensidad de los cambios bioquímicos y fisiológicos específicamente inducidos por el compuesto químico.

Los valores recomendados para los BEIs se basan en datos obtenidos en estudios epidemiológicos y de campo o establecidos como valores bioequivalente a un TLV mediante análisis farmacocinético de los resultados obtenidos en estudios humanos restringidos. En general, las sustancias químicas (incluyendo los disolventes orgánicos), una vez absorbidos se eliminan con relativa rapidez generalmente con vidas medias iniciales que van de pocas horas a minutos. Los cambios rápidos de las concentraciones en los fluidos biológicos complican la interpretación de resultados y es fácil sobre o subestimar la carga corporal de una sustancia química acumulada durante la jornada de trabajo. Y aún más, las medidas biológicas no permiten, la mayoría de las veces, detectar períodos transitorios de sobre-exposición durante la jornada de trabajo. *Los BEIs listados son aplicables estrictamente a exposiciones de 8 horas y para tomas de muestras biológicas realizadas en los momentos especificados;* la razón para esta limitación estriba en que la eliminación de los compuestos químicos y sus metabolitos, así como los cambios biológicos inducidos por los compuestos químicos, son fenómenos cinéticos.

En la aplicación de los BEIs, es preciso tener en cuenta otros factores. Entre ellos, destacan: a) cambios inducidos por la actividad física pesada; b) cambios inducidos por las condiciones ambientales (altitud, calor, dieta...); c) cambios inducidos por la ingesta de agua; d) cambios en las funciones biológicas inducidos por trastornos pre-existentes o variaciones congénitas; e) cambios inducidos en el metabolismo por variaciones congénitas de los mecanismos metabólicos; y f) cambios inducidos en los mecanismos metabólicos originados por la administración simultánea de otras sustancias químicas (inducción o inhibición de una enzima crítica por medicación o por pre-exposición o co-exposición a otra sustancia química).

Para los BEIs basados en análisis de orina, se puede obtener información suficiente midiendo únicamente la concentración, pero en muchos casos, la determinación de la velocidad de eliminación proporciona una información más precisa. *La expresión de las concentraciones en orina en relación a la creatinina, supone un compromiso razonable entre la exactitud de la información y la dificultad técnica en la obtención de los resultados.*

Algunos BEIs no protegen a una población dada, o son inespecíficos, o la correlación entre la exposición y el parámetro biológico es débil a causa de las variables introducidas por una gran variación de la respuesta individual a la sustancia química o por la cadencia y fluctuación de las concentraciones de exposición. En estos casos, se acompaña a los BEIs con las siguientes notaciones:

Notación "R": indica que una población dada puede tener una mayor susceptibilidad, al efecto de la sustancia química, que haga que no sea protegida por el BEI recomendado. Para conseguir información detallada, se debe consultar la documentación específica.

Notación "☆" (una estrella): Algunos parámetros son inespecíficos, esto es, diferentes sustancias químicas pueden producir la misma respuesta biológica. Estos BEIs llevan la notación "☆". Se han elegido estos test porque son fáciles de usar y, muchas veces, presentan mejor correlación entre exposición y respuesta que los tests específicos. En estos casos, se recomienda un parámetro biológico específico, menos cuantitativo, como test de confirmación. Para obtener información sobre los factores que afectan a este tipo de BEIs se debe consultar la correspondiente documentación.

Notación "☆☆" (dos estrellas): Señala que el parámetro biológico es un indicador específico de exposición a la sustancia química, pero que la interpretación cuantitativa de las medidas es muy ambigua, y que la relación entre TLV y BEI está notablemente debilitada por variaciones en la cadencia y fluctuación de las concentraciones de exposición, y por otras variables circunstanciales. Estos parámetros biológicos deben utilizarse como test de confirmación; y sus BEIs deben aplicarse con precaución, básicamente como confirmación de exposiciones indicadas por BEIs inespecíficos.

Notación "G": Debido a la amplia variación interin-

dividual en la respuesta a algunas sustancias químicas, en algunas ocasiones se recomienda un BEI como valor promedio de un grupo de trabajadores sometido a un mismo nivel de exposición profesional, y no como un índice individual. Estos BEIs llevan la notación "G".

En la tabla se incluyen BEIs para los que se dispone de una base de datos suficiente. Algunos BEIs son más aptos que otros para correlacionarlos con los TLV-TWAs. Otros BEIs son más adecuados para evaluar exposiciones recientes o para confirmar una exposición. En cada situación concreta, es necesario consultar la documentación.

Es de esperar que los trabajadores no manifiesten trastornos en su salud, en tanto en cuanto las concentraciones de los parámetros indicados se mantengan en los límites recomendados para los BEIs.

Las concentraciones fuera de estos límites no indican, necesariamente, pérdida de salud. Sin embargo, la persistencia de la desviación es una indicación de que el individuo debe ser reconocido por un médico, para determinar hasta que punto existe un efecto sobre la salud. Se deben investigar en profundidad el puesto y los hábitos de trabajo.

PROPUESTA PARA ESTABLECER INDICES BIOLÓGICOS DE EXPOSICIÓN^(*)

Contaminante ambiental [CAS #]

Indices	Cadencia	BEI	
ESTIRENO, monómero [100-42-5]			
☆ Acido mandélico en orina	Final de la jornada	1,0 g/l	G
		0,8 g/g Creat	G
Estireno en mezcla de aire exhalado	Antes de la jornada	40 ppb	
☆ Acido fenilgloxálico en orina	Final de la jornada	250 mg/l	G
		240 mg/g Creat	G
☆☆ Estireno en mezcla de aire exhalado	Durante la jornada	18 ppm	
☆☆ Estireno en sangre venosa	Final de la jornada	0,55 mg/l	
	Antes de la jornada	0,02 mg/l	
ETILBENCENO [100-41-4]			
☆ Acido mandélico en orina	Final de la jornada y Final de la semana	2 g/l	G
		1,5 g/g Creat	G
☆☆ Etilbenceno en aire exhalado terminal	Antes de la jornada	2 ppm	
MONOXIDO DE CARBONO [630-08-0]			
☆ Carboxihemoglobina en sangre	Final de la jornada	8%	
☆ CO en aire exhalado terminal	Final de la jornada	40 ppm	
TOLUENO [108-88-3]			
☆ Acido hipúrico en orina	Final de la jornada	2,5 g/g Creat	G
	4 últimas horas jornada	3 mg/min	G
☆☆ Tolueno en sangre venosa	Final de la jornada	1,0 mg/l	
☆☆ Tolueno en aire exhalado terminal	Durante la jornada	20 ppm	

Contaminante ambiental			
[CAS #]			
Indices	Cadencia	BEI	
TRICLOROETILENO [79-01-6]			
☆Acido tricloroacético en orina	Final de la semana	100 mg/l	G
☆Acido tricloroacético y tricloroetanol en orina	Final de la jornada y	320 mg/g Creat	G
	Final de la semana	300 mg/l	G
☆Tricloroetanol libre en sangre	Final de jornada y final de la semana	4 mg/l	
☆☆Tricloroetileno en aire exhalado terminal	Antes de la jornada y final de la semana	0,5 ppm	
XILENOS [1330-20-7]			
Acidos metilhipúricos en orina	Final de la jornada	1,5g/g Creat	
	4 últimas horas jornada	2mg/min	

(*) Se recomienda encarecidamente consultar la documentación específica, antes de utilizar los BEIs.

ESTRES POR FRIO

Estos valores límite umbral (TLVs) se han fijado para proteger a los trabajadores de los efectos más severos del estrés por frío (hipotermia) y la lesión por frío, y para describir las condiciones de trabajo en ambientes fríos a las que se supone se pueden exponer la mayoría de los trabajadores sin que se produzcan efectos adversos para la salud. El objetivo del TLV es evitar que la temperatura intracorporal descienda por debajo de 36°C y evitar lesiones por frío en las extremidades. Se entiende por temperatura intracorporal, la temperatura del interior del cuerpo determinada por medición rectal. Para exposiciones ocasionales, aisladas, a un ambiente frío, se pueden tolerar descensos, de la temperatura intracorporal, no inferiores a 35°C. Además de las previsiones para la protección de todo el cuerpo, el objetivo del TLV es proteger cada una de las partes del cuerpo de la lesión por frío, especialmente manos, pies y cabeza.

Introducción al estrés por frío

Las exposiciones fatales de los trabajadores al frío han sido, casi siempre, consecuencia de exposiciones accidentales en las que ha sido imposible protegerse frente a bajas temperaturas atmosféricas

o se ha producido la inmersión en agua a baja temperatura. El factor más importante de una hipotermia que ponga en peligro la vida es el descenso de la temperatura intracorporal. En la tabla I se presentan las manifestaciones clínicas de las víctimas de hipotermia (tomada de Dembert en AFP, enero 1982). Se debe proteger a los trabajadores frente a la exposición al frío, de forma que la temperatura intracorporal no descienda por debajo de 36°C (96,6°F). Muy probablemente, temperaturas corporales inferiores provocan disminución de la capacidad de decisión racional o pérdida de conciencia, con la consiguiente amenaza de consecuencias fatales.

Probablemente, la primera señal de alerta de peligro de estrés por frío sea la aparición de dolor en las extremidades. Durante la exposición al frío se produce el máximo temblor cuando la temperatura intracorporal ha descendido hasta 35°C (95°F). Este hecho debe considerarse como un signo de peligro y debe cesar de inmediato la exposición de todo trabajador en el que se observe temblor intenso. Cuando esto sucede se reduce la capacidad de trabajo útil, tanto físico como mental.

Puesto que la exposición prolongada al aire frío, o la inmersión en agua fría, a temperaturas incluso superiores a la de congelación, pueden provocar una hipotermia peligrosa, se debe proporcionar protección para todo el cuerpo.

- Se debe proporcionar a los trabajadores ropa aislante adecuada para mantener las temperaturas intracorporales por encima de 36°C, si se ha de realizar el trabajo a temperaturas atmosféricas inferiores a 4°C (40°F). El factor de enfriamiento de aire (*) es un elemento crítico. Cuanto mayor sea la velocidad del aire y menor la temperatura en la zona de trabajo, mayor deberá ser la capacidad aislante de las ropas de protección. En la tabla II se presentan temperaturas equivalentes de enfriamiento, en función de la temperatura seca real y la velocidad del aire. Se debe utilizar la temperatura equivalente de enfriamiento para estimar el efecto de enfriamiento combinado sobre la piel expuesta al viento y al frío ambiente, o para determinar la capacidad aislante que debe tener la ropa para que se mantenga la temperatura intracorporal.

- Es improbable que se produzcan lesiones por frío en zonas distintas de manos, pies y cabeza, antes de que se manifiesten los primeros síntomas de hipotermia, a no ser que se den circunstancias extraordinarias. Los trabajadores de más edad aquellos que manifieste problemas circulatorios requieren protección especialmente escrupulosa contra las lesiones por frío. Entre las precauciones especiales a tener en cuenta, se pueden señalar el uso de prendas extra-aislantes y/o la reducción del período de exposición. Las acciones preventivas a establecer, dependerán del estado físico del trabajador y deben establecerse en colaboración con un médico con conocimientos de estrés por frío y del estado de salud del trabajador.

Evaluación y control

No se debe permitir exposición continua de piel desprotegida, cuando la combinación de temperatura y velocidad del aire dé como resultado una temperatura equivalente de enfriamiento de -32°C (-25°F). Sólo se producirá congelación local de los tejidos, superficial o profunda, a temperaturas inferiores a -1°C, independientemente de la velocidad del aire.

A temperaturas ambiente de 2°C (35,6°F) o infe-

(*) El factor de enfriamiento del aire (en inglés "wind chill factor") es una unidad de pérdida de calor de un cuerpo, expresado en vatios por metro cuadrado y hora, que es función de la temperatura y velocidad del aire en las inmediaciones del cuerpo expuesto.

riores, es imprescindible que los trabajadores se sumerjan en agua, o cuyas ropas puedan mojarse, dispongan de ropa seca para cambiarse inmediatamente, y sean tratados de hipotermia.

En la tabla III se indican los límites recomendados para períodos de trabajo a temperaturas inferiores a la de congelación, para trabajadores vestidos adecuadamente.

Es necesaria protección especial para las manos para que no se produzcan accidentes por pérdida de destreza manual:

- Si se han de realizar trabajos de precisión con las manos desnudas durante períodos de más de 10-20 minutos, en un ambiente por debajo de 16°C (60°F), se deben tomar precauciones especiales para mantener calientes las manos de los operarios. A este fin, se pueden utilizar impulsores de aire caliente, calefactores radiantes (quemadores de fuel o radiadores eléctricos) o placas de contacto calientes. Los mangos metálicos de las herramientas y de los mandos de control deben recubrirse con material aislante térmico para temperaturas inferiores a 1°C (30°F).

- Si la temperatura ambiente desciende por debajo de 16°C (60°F) para trabajo sedentario, 4°C (40°F) para trabajo ligero o -7°C (20°F) para trabajo moderado, y dicho trabajo no exige especial destreza manual, los trabajadores deberán llevar guantes.

Para evitar congelaciones por contacto, los operarios deberán llevar guantes anticontacto:

- Si en la zona de trabajo existen superficies a temperaturas inferiores a -7°C (20°F), el supervisor debe avisar a cada trabajador, para evitar contactos involuntarios con la piel desnuda.

- Si la temperatura ambiente es de -17,5°C (0°F) o inferior, las manos deben ir protegidas con mitones. Para trabajos en condiciones de frío, los mandos de las máquinas y las herramientas deben estar diseñados de tal forma que puedan ser manejados sin necesidad de quitarse los mitones.

Si el trabajo se ha de realizar en un ambiente a temperaturas de 4°C (40°F) o inferiores, es preciso disponer de medios adicionales para la protección total del cuerpo. Los operarios deben llevar ropa de protección, adecuadas para el nivel de frío y la actividad física.

- Si la velocidad del aire en el puesto de trabajo es elevada, por efecto del viento, corrientes de aire o sistemas de ventilación artificial, es necesario reducir el efecto de enfriamiento del aire apartando la zona de trabajo, o llevando un capote para viento fácil de poner y quitar. En la figura 1 y en la tabla 18 se ilustra la velocidad de enfriamiento del aire.

- Si el trabajo a realizar es ligero, y es posible que la ropa del trabajador se moje durante el mis-

y variará para cada individuo en función del tipo de calzado utilizado y la intensidad de sudoración de los propios pies del individuo.

- Si no se pueden proteger suficientemente las extremidades, orejas, dedos de los pies y nariz, y no se consigue evitar la sensación de frío intenso o congelación mediante máscaras faciales y prendas para manos y pies, se deben suministrar estas prendas de protección en su versión con calefacción auxiliar.

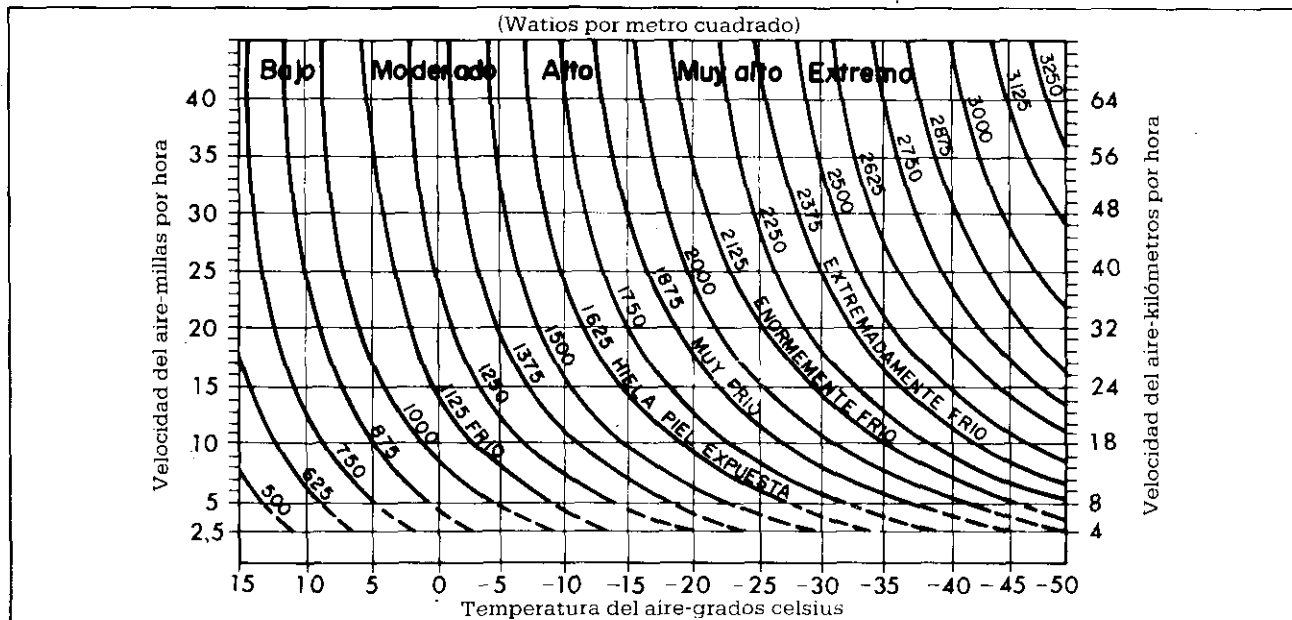


Figura 1. Velocidades de enfriamiento del aire. Adaptado de Canadian Department of the Environment, Atmospheric Environment Service.

mo, la parte exterior de la ropa debe ser impermeable. En las mismas condiciones, y con un trabajo más intenso, la parte exterior de la ropa debe ser repelente al agua, y las prendas externas deben cambiarse cada vez que se mojen. Además, se debe haber previsto que las ropas exteriores permitan una fácil ventilación, para evitar que las prendas interiores se mojen con el sudor. Si antes de entrar en la zona fría, se realiza un trabajo a temperaturas normales o en un ambiente cálido, el operario debe comprobar que sus ropas no están húmedas por efecto del sudor; si lo están, antes de entrar en la zona fría debe cambiarlas por ropa seca. Los trabajadores deben cambiarse de calcetines y plantillas a intervalos regulares, o utilizar botas anticondensación. La frecuencia óptima de cambio debe establecerse empíricamente;

- Si las prendas disponibles no proporcionan protección adecuada para evitar la hipotermia o la congelación, se debe modificar o interrumpir el trabajo hasta tanto no se consigan prendas adecuadas o mejoren las condiciones climáticas.

- Los trabajadores que manejan líquidos volátiles (gasolina, alcohol, líquidos de limpieza) a temperaturas ambientales inferiores a 4°C (40°F) deben tomar precauciones especiales para evitar mojar ropas y guantes con estos líquidos a fin de evitar el riesgo adicional de lesiones por frío debido al enfriamiento por evaporación. Se debe tener especial precaución con los efectos particularmente agudos de las salpicaduras de fluidos criogénicos o de líquidos con puntos de ebullición sólo ligeramente superiores a la temperatura ambiente.

Régimen de trabajo-templado

Si se realiza el trabajo con exposición continua al frío a una temperatura equivalente de enfriamiento de -7°C (20°F) o inferior, se deben instalar refugios de templado con calefacción (tiendas, cabinas, salas de descanso, etc.) en las proximidades y se debe instar a los operarios a que utilicen estos refugios a intervalos regulares, dependiendo la frecuencia del rigor de las condiciones ambientales de exposición. La aparición de temblores intensos, escaracha, excesiva sensación de fatiga, somnolencia, irritabilidad o euforia son signos de la necesidad de vuelta inmediata al refugio. Cuando se entre en un refugio calentado, es necesario quitarse las prendas exteriores y aflojar las ropas restantes para permitir la evaporación del sudor, o bien cambiársela por ropa seca. Siempre debe existir una muda de ropa seca para evitar que los operarios tengan que volver al trabajo con ropas húmedas. En el ambiente cálido, se produce deshidratación, o pérdida de fluidos corporales, y este hecho puede aumentar la susceptibilidad del trabajador a la lesión por frío, debido a que se produce un cambio significativo en el flujo de sangre a las extremidades. Se deben suministrar bebidas dulces y sopas tibias en el puesto de trabajo para reponer líquidos y calorías. Se debe limitar la ingesta de café por sus efectos diurético y circulatorio.

Como hábitos de trabajo, a temperaturas equivalentes de enfriamiento de -12°C (10°F) o inferiores, se deben seguir las siguientes normas:

- El trabajador debe estar bajo observación constante de protección (buddy system o supervisión).
- El ritmo de trabajo no debe ser tan alto que dé lugar a una sudoración lo bastante intensa para mojar la ropa; si se ha de realizar trabajo pesado, se deben prever períodos de descanso en refugios calentados y debe existir la posibilidad de cambiarse la ropa por otra seca.
- No se debe exigir que los operarios nuevos trabajen expuestos al frío la jornada completa durante los primeros días, hasta que se acostumbren a las condiciones de trabajo y las necesarias prendas de protección.
- Se deben tener en cuenta el peso y grueso de las ropas, al establecer los ritmos de trabajo y los pesos que deben mover los trabajadores.

- Se debe planificar el trabajo de tal forma que se disminuyan al máximo los períodos prolongados de inmovilización, ya sea de pie o sentados. No pueden emplearse sillas con asiento metálico sin proteger. Se debe proteger lo máximo posible al trabajador de las corrientes de aire.

- Se debe enseñar a los trabajadores las técnicas de seguridad e higiene. El programa de enseñanza debe incluir como mínimo entrenamiento en:

- a) Procedimientos adecuados de templado y primeras ayudas.
- b) Técnicas adecuadas de vestido.
- c) Hábitos adecuados de comida y bebida.
- d) Reconocimiento de congelación limitante.
- e) Reconocimiento de signos y síntomas de hipotermia limitante o excesivo enfriamiento del cuerpo, aún cuando no se produzca temblor.
- f) Hábitos de seguridad en el trabajo.

RECOMENDACIONES ESPECIALES PARA EL PUESTO DE TRABAJO

Las particularidades de diseño de las cámaras frigoríficas deben tener en cuenta lo siguiente:

- En las cámaras frigoríficas se debe minimizar al máximo la velocidad de aire, y en ningún caso debe ser superior a 1 m/sg. (200 pies/m) en el puesto de trabajo. Este objetivo puede conseguirse con un sistema de distribución de aire correctamente diseñado.

- Los trabajadores deben disponer de ropas de protección contra el viento cuando se hallen expuestos a corrientes de aire.

Se deben tomar precauciones especiales cuando se trabaje con sustancias tóxicas y cuando los trabajadores estén expuestos a vibraciones; con exposición a frío puede ser necesario reducir los límites de exposición.

Se debe suministrar protección ocular a los trabajadores ocupados en faenas en el exterior, en terrenos cubiertos de nieve y/o hielo. Cuando exista una extensa capa que puede suponer un riesgo de exposición para los ojos, es necesario emplear gafas de seguridad especiales que protejan contra la luz ultravioleta y la reverberación (que puede producir conjuntivitis y/o pérdida de visión temporales) y contra el impacto de cristales de hielo arrastrados por el aire.

Se deben controlar los puestos de trabajo del siguiente modo:

- Se debé instalar el oportuno sistema de termometría en todo puesto de trabajo cuya temperatura ambiente esté por debajo de 16°C (60°F), para garantizar que se consigue cumplir con las exigencias del TLV.

- Cuando la temperatura ambiente en el puesto de trabajo desciende por debajo de -1°C (30°F), se debe medir y registrar la temperatura seca, por lo menos, cada cuatro horas.

- En los puestos de trabajo en interior, también se debe registrar la velocidad del aire, al menos, cada cuatro horas, siempre que supere los 2 m/sg (5 mph).

- En los trabajos en exterior, se debe medir y registrar la velocidad del aire junto con la temperatura, siempre que esta última se inferior a -1°C (30°F).

- En todos los casos en que sea necesario registrar la velocidad del aire, se debe determinar, mediante la tabla II la temperatura equivalente de enfriamiento, y registrarse junto con los demás datos siempre que sea inferior a -7°C (20°F).

Los trabajadores que padezcan trastornos o tomen medicación, que interfieran con el mecanismo normal de regulación de la temperatura corporal o reduzcan la tolerancia al trabajo en ambientes fríos, no deben ser aceptados para realizar trabajos a temperaturas de -1°C (30°F) o inferiores. Los trabajadores sistemáticamente expuestos a temperaturas inferiores a -24° (-10°F) y velocidades de aire inferiores a 2 m/sg (5 mph), o a temperaturas inferiores a -18°C (0°F) y velocidades de aire superiores a 2 m/sg (5 mph) deben ser declarados médicamente aptos para este tipo de exposiciones.

Los traumas ocasionados por congelación o condiciones de temperatura bajo cero, necesitan atención especial, puesto que los trabajadores que lo han padecido una vez están predispuestos a lesiones secundarias por frío. Además de tener dispuestos los medios para primeros auxilios, es necesario tomar precauciones especiales para evitar la hipotermia o la congelación secundaria de los tejidos dañados.

TABLA I

SINTOMAS CLINICOS PROGRESIVOS DE LA HIPOTERMIA (*)

Temperatura intracorporal		Signos clínicos
°C	°F	
37,6	99,6	Temperatura rectal "normal"
37	98,6	Temperatura oral "normal"
36	96,8	Aumenta la velocidad metabólica para intentar compensar la pérdida de calor
35	95	Máximo temblor
34	93,2	Víctima consciente y con respuesta, con presión sanguínea normal
33	91,4	Hipotermia severa por debajo de esta temperatura
32)	89,6)	Conciencia embotada; se hace difícil encontrar la presión sanguínea; pupilas dilatadas pero reaccionan a la luz; cesa el temblor
31)	87,8)	
30)	86)	Pérdida progresiva de conciencia; aumento de la rigidez muscular; pulso y presión sanguínea difíciles de obtener; descenso de la velocidad de respiración
29)	84,2)	
28	82,4	Posible fibrilación ventricular con irritabilidad miocárdica
27	80,6	Cesa el movimiento voluntario; las pupilas no reaccionan a la luz; reflejos tendinosos y superficiales ausentes
26	78,8	Víctima raramente consciente
25	77	Puede darse fibrilación ventricular espontánea
24	75,2	Edema pulmonar
22)	71,6)	Riesgo máximo de fibrilación ventricular
21)	69,8	
20	68	Paro cardíaco
18	64,4	Hipotermia accidental más baja en que puede recuperarse la víctima
17	62,6	Electroencefalograma isoelectrico
9	48,2	Hipotermia provocada más baja en que puede recuperarse la víctima

(*) Síntomas relacionados aproximadamente con la temperatura intracorporal.

Tomado del número de enero de 1982 de American Family Physician, publicado por la American Academy of Family Physicians.

TABLA II
CAPACIDAD DE ENFRIAMIENTO DEL AIRE SOBRE PIEL
EXPUESTA COMO TEMPERATURA EQUIVALENTE (SIN VIENTO)

Velocidad estimada del aire		Temperatura real (°C)											
		10	4	-1	-7	-12	-18	-23	-29	-34	-40	-46	-51
m/sg	mph	Temperatura equivalente de enfriamiento											
reposo	reposo	10	4	-1	-7	-12	-18	-23	-29	-34	-40	-46	-51
2	5	9	3	-3	-9	-14	-21	-26	-32	-38	-44	-49	-56
4	10	4	-2	-9	-16	-23	-31	-36	-43	-50	-57	-64	-71
7	15	2	-6	-13	-21	-28	-36	-43	-50	-58	-65	-73	-80
9	20	0	-8	-16	-23	-32	-39	-47	-55	-63	-71	-79	-85
11	25	-1	-9	-18	-26	-34	-42	-51	-59	-67	-76	-83	-92
13	30	-2	-11	-19	-28	-36	-44	-53	-61	-70	-78	-87	-96
16	35	-3	-12	-20	-29	-37	-46	-55	-63	-72	-81	-89	-98
18	40	-3	-12	-21	-29	-38	-47	-56	-65	-73	-82	-91	-100
Las velocidades de aire superiores a 18 m/sg (40 mph) tienen un efecto adicional escaso. sensación de seguridad.		POCO PELIGRO				PELIGRO MEDIO				GRAN PELIGRO			
		En hr con la piel seca. Máximo peligro de falsa sensación de seguridad.				Peligro de congelación de la piel expuesta en un minuto.				La piel expuesta puede congelar en 30 segundos.			
Puede aparecer pie de trinchera en cualquier punto de esta tabla.													

Elaborada por U.S. Army Research Institute of Environmental Medicine, Natick, U.S.A.

TABLA III
PAUTA DE TRABAJO/TEMPLADO PARA JORNADA DE 4 hr ()**

	Temperatura ambiente	Cielo despejado	Velocidad del aire									
			Inapreciable		2 m/sg (5mph)		4 m/sg (10mph)		7 m/sg (15mph)		9 m/sg (20mph)	
			PMT	NI	PMT	NI	PMT	NI	PMT	NI	PMT	NI
1	-26 a -28	-15 a -19	(Inter.Nor.) 1		(Inter.Nor.) 1		75 min	2	55 min	3	40 min	4
2	-29 a -31	-20 a -24	(Inter.Nor.) 1		75 min	2	55 min	3	40 min	4	30 min	5
3	-32 a -34	-25 a -29	75 min	2	55 min	3	40 min	4	30 min	5	Debe cesar todo trabajo	
4	-35 a -37	-30 a -34	55 min	3	40 min	4	30 min	5	Debe cesar todo trabajo que no sea de emergencia			
5	-38 a -39	-35 a -39	40 min	4	30 min	5	Debe cesar todo trabajo que no sea de emergencia					
6	-40 a -42	-40 a -44	30 min	5	Debe cesar todo trabajo que no sea de emergencia							
7	-43 & inferior	-45 & inferior	Debe cesar todo trabajo que no sea de emergencia									

(*) PMT: Período máximo de trabajo

NI: Número de interrupciones

(*) (*) Tomado de Occupational Health & Safety Division, Saskatchewan Dept. of Labour

Notas a la tabla III

1. La pauta es aplicable a trabajo de moderado a pesado con interrupciones de templado de diez (10) minutos en un ambiente cálido. Para trabajo de ligero a moderado (actividad física limitada): aplíquese la pauta del escalón siguiente. Por ejemplo, a -35°C con viento inapreciable (escalón 4), un operario que realice poco ejercicio físico tendrá un período máximo de trabajo de 40 minutos con cuatro interrupciones en una jornada de 4 horas (escalón 5).

2. Si no se dispone de información exacta, se sugieren las siguientes aproximaciones para estimar la velocidad del aire:

2 m/sg (5 mph): una bandera ligera se mueve

4 m/sg (10 mph): una bandera ligera queda completamente extendida

7 m/sg (15 mph): levanta las hojas de un diario

9 m/sg (20 mph): se forman torbellinos de nieve.

3. Si sólo se dispone del factor de enfriamiento del aire, una regla aproximada para aplicarlo en el lugar de los datos de la temperatura y velocidad del aire, indicados más arriba, es: 1) se deben iniciar interrupciones especiales de templado a un factor de enfriamiento del aire de $1750 \text{ W/m}^2/\text{hr}$; 2) a un factor de enfriamiento del aire de $2250 \text{ W/m}^2/\text{hr}$ o inferior, debe haber cesado todo trabajo que no sea de emergencia. En general, la pauta de templado expuesta más arriba, subcompensa ligeramente el efecto del viento a las temperaturas más cálidas, puesto que se dan por supuestos la aclimatación y la idoneidad de las ropas para los trabajos de invierno. Por otro lado, la tabla sobre-compensa ligeramente el efecto de la temperatura en el margen frío, puesto que el factor viento pocas veces es preponderante a temperaturas extremadamente bajas.

TABLA IV
EFFECTOS DEL FACTOR DE
ENFRIAMIENTO DEL AIRE^(*)

Factor watts/m ² /hr	Efectos/comentarios
700	Situaciones consideradas como confortables cuando se lleva ropa de ski.
1.200	Situaciones desagradables para realizar trabajos en el exterior en días nublados.
1.400	Situaciones desagradables para realizar trabajos en el exterior en días soleados.
1.600	Empieza a helarse la piel expuesta de la mayoría de los individuos, dependiendo de la intensidad de la actividad y el nivel de insolación.
2.300	Situaciones en que se vuelven peligrosos los viajes al descubierto por ejemplo andando. Las zonas expuestas de la cara del individuo estadísticamente medio se hielan en menos de 1 minuto.
2.700	Las zonas expuestas del individuo estadísticamente medio se hielan en medio minuto.

(*) Tomado de Canadian Department of the Environment, Atmospheric Environment Service.

VIBRACIONES EN MANOS Y BRAZOS (SEGMENTAL)

Estos valores límite umbral (tabla V) tratan de los niveles de aceleración de las componentes y la duración de la exposición que determinan condiciones de trabajo a las que se cree se pueden exponer, repetidamente, la mayoría de los trabajadores sin que rebasen el estadio 3 del sistema de clasificación Taylor-Pelmear del dedo blanco inducido por vibraciones (VWF, llamado también fenómeno Raynaud de origen laboral). Puesto que es escasa la relación dosis-respuesta para el VWF, estas recomendaciones se han elaborado a partir de datos epidemiológicos obtenidos en los sectores de la madera, minería y metal. Se deben usar estos valores como guía en el control de la exposición a vibraciones en manos y brazos y, debido a la susceptibilidad individual, no deben tomarse como frontera nítidas entre niveles seguros y peligrosos.

Debe tenerse en cuenta que la mera aplicación de los TLV para la vibración en manos y brazos no protegerá a todos los trabajadores de los efectos adversos de la exposición a las vibraciones, el uso de 1) herramientas antivibratorias, 2) guantes antivibraciones, 3) prácticas adecuadas de trabajo que mantengan calientes las manos y el resto del cuerpo del trabajador y minimicen también el acoplamiento vibracional entre el trabajador y la herramienta vibratoria para reducir la exposición a la vibración, y 4) un programa de vigilancia médica rigurosamente aplicado, son un conjunto de medidas, TODAS necesarias para eliminar el VWF de los puestos de trabajo.

Vibración en manos y brazos continua, intermitente, de impulso o de impacto

Se debe efectuar la medida de la vibración según los procedimientos e instrumentación que especifica la Segunda Edición de la Norma Internacional ISO/DIS 5349 (1984), "Guide for the Measurement and the Assessment of Human Exposure to Vibration Transmitted to Hand", (Guía para la medida y establecimiento de la exposición humana a la vibración que se transmite a la mano) que a continuación se resume:

Se debe medir la aceleración del mango o herramienta vibratoria en tres direcciones ortogonales entre sí en un punto próximo al de entrada de la vibración en la mano. Las tres direcciones serán, preferentemente, las que forman el sistema de coordenadas biodinámico ISO, aunque también puede utilizarse un sistema basicéntrico íntimamente relacionado, que tiene su centro en la interfase entre la mano y la superficie vibrante (ver fig. 2), para adaptarse a diferentes diseños de mangos o herramientas. Se debe instalar un transductor pequeño y ligero, de forma tal que registre con exactitud una o más de las componentes ortogonales de la fuente de vibración en el margen de frecuencia de 5 a 1500 Hz. Se debe ponderar cada componente en frecuencia, mediante un filtro cuyas características de ganancia correspondan a las especificadas por la ISO para la instrumentación de medida de la vibración en respuesta humana, de tal forma que se tenga en cuenta la variación con la frecuencia del riesgo asociado a la vibración (ver figura 3).

Se debe caracterizar la exposición a la vibración en CADA UNA de las direcciones (X_h ; Y_h ; Z_h), puesto que la vibración es una cantidad vectorial (magnitud y dirección). La vibración durante el fun-

cionamiento normal de la máquina o herramienta de trabajo debe expresarse, en cada dirección por la raíz cuadrática (rms) de los elementos de aceleración ponderados en frecuencia, en unidades de metro por segundo cuadrado (m/s^2) o unidades gravitacionales, y la mayor de ellas, a_k , es la base para la caracterización de la exposición.

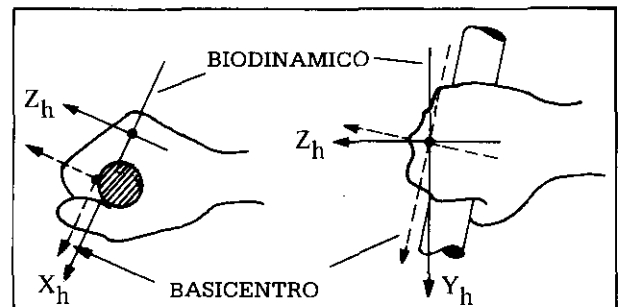


Figura 2. Sistema biodinámico y basicéntrico para la mano, mostrando las direcciones de las componentes de aceleración (ISO 5349).

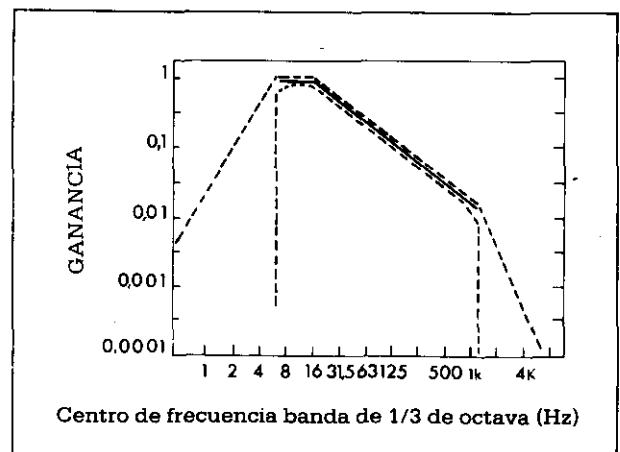


Figura 3. Características de ganancia del filtro empleado en la ponderación en frecuencia de las componentes de aceleración (línea continua). Las tolerancias del filtro (línea de trazos) son provisionales, y están recogidas en ISO 5349.

En cada dirección en la que se mide la vibración, debe utilizarse integración lineal para vibraciones cuya duración es extremadamente corta o varían sustancialmente en el tiempo. Si el tiempo total diario de exposición a la vibración, en una dirección dada, se compone de diferentes exposiciones a diferentes aceleraciones rms, se debe esta-

blecer la aceleración equivalente, ponderada en frecuencia, en esa dirección, mediante la siguiente ecuación:

$$a_{k_{eq}} = \left[\frac{1}{T} \sum_{i=1}^n (a_{k_i})^2 \cdot T_i \right]^{1/2} = \sqrt{(a_{k_1})^2 \frac{T_1}{T} + (a_{k_2})^2 \frac{T_2}{T} + \dots + (a_{k_n})^2 \frac{T_n}{T}}$$

siendo

$$T = \sum_{i=1}^n T_i$$

T = Duración de la exposición diaria total

a_{k_i} = Componente i-esimo de aceleración rms, ponderado en frecuencia, de duración T_i

Estos cálculos pueden ser realizados por los instrumentos de medida de la vibración en respuesta humana existentes en el mercado.

TABLA V
VALORES LIMITE UMBRAL PARA EXPOSICION DE LAS MANOS A VIBRACIONES EN CUALQUIERA DE LAS DIRECCIONES X_h, Y_h, Z_h

Duración diaria total de la exposición (*)	Valores de aceleración rms, ponderada en frecuencia, de la componente dominante (**)(**) que no deben ser rebasados (***)	
	a_k ($a_{k_{eq}}$)	
	m/s^2	g
4 horas y menos de 8	4	0,40
2 horas y menos de 4	6	0,61
1 hora y menos de 2	8	0,81
menos de 1 h.	12	1,22

(*) Tiempo total durante el cual la vibración se transmite a la mano, independientemente de que sea de modo continuo o intermitente.

(**) Generalmente un eje es dominante sobre los dos restantes. Si la vibración en uno o más ejes rebasa la exposición total diaria, se ha superado el TLV.

(***) $1 g = 9,81 m/s^2$.

Notas a la tabla V

1. Dificilmente una persona expuesta al, o por debajo, TLV para vibración indicado en la tabla V, progresará más allá del estadio 3 en la clasificación de Taylor-Pelmeur de dedo blanco por vibración, es decir, el punto en el que se produce el blanqueo extensivo de los dedos y hay interferencia manifiesta en las actividades laborales, domésticas y sociales (2-7).

2. Las exposiciones agudas a aceleraciones rms, ponderadas en frecuencia, superiores a los TLVs durante periodos atípicos de tiempo (por ejemplo 1 día por semana, varios días durante un periodo de dos semanas), no son, necesariamente, más peligrosas. (2-4).

3. Se supone que exposiciones agudas a aceleraciones rms, ponderadas en frecuencia, de tres veces la magnitud de los TLVs producen los mismos efectos sobre la salud tras 5-6 años de exposición. (2-4).

4. Se deben implementar medidas preventivas, como preempleo especializado y exámenes médicos anuales para identificar a los individuos sensibles a la vibración, en aquellos casos en que los operarios estén o vayan a estar expuestos a vibraciones en manos y brazos. (3-7).

5. Para moderar los efectos adversos de la exposición a la vibración, se debe informar a los trabajadores de la importancia de evitar la exposición continuada a la vibración, mediante la práctica de interrumpir la exposición durante aproximadamente 10 minutos por hora de vibración continuada.

6. Se deben emplear prácticas adecuadas de trabajo, entre las que se incluye el adiestramiento de los operarios: en el manejo de herramientas y procesos con el mínimo de fuerza manual compatible con el funcionamiento seguro; en que mantengan su cuerpo y manos tibios y secos; y en que no fumen. (2-3).

7. Un transductor, con los dispositivos necesarios para acoplarlo a la fuente vibrante, adecuado para efectuar medidas, debe pesar menos de 15 gramos y debe tener una sensibilidad axial cruzada inferior al 10%.

8. Las medidas de vibraciones de impulso, de desplazamiento elevado y repetitivas, como las producidas por herramientas neumáticas de percusión, efectuadas mediante muchos de los modelos (mecánicamente subamortiguados) de acelerómetros piezoeléctricos son erróneas. Si

Higiene Industrial

se intercala un filtro pasabajos mecánico adecuado entre el acelerómetro y la fuente vibrante, con una frecuencia de corte de 1500 Hz o mayor (y una sensibilidad axial cruzada inferior al 10%), se pueden evitar las lecturas incorrectas. (3-4).

9. Se deben anotar el fabricante y el modelo de todos los aparatos empleados en la medida de la vibración, así como el valor de la dirección dominante y la aceleración rms, ponderada en frecuencia. ▸

REFERENCIAS

- (1) PYYKKO, I. **Vibration Syndrome** A Review. *Vibration and Work*, pp. 124. O. Dorhonen, Ed. Institute of Occupational Health, Helsinki (1976).
- (2) **Vibration White Finger in Industry**. W. Taylor and P. L. Pelmear, Eds. Academic Press, London (1975).
- (3) **NIOSH Proceedings of the International Occupational Hand-Arm Vibration Conference**, D. E. Wasserman and W. Taylor, Eds. DHEW NIOSH Pub. No. 77-170 (1977).
- (4) BRAMMER, J. J. **Threshold Limit for Hand-Arm Vibration Exposure Throughout the Workday. Vibration Effects on the Hand and Arm in Industry**, pp. 291-301. A. J. Brammer and W. Taylor, Eds. John Wiley & Sons, New York (1982).
- (5) WASSERMAN, D. E. and TAYLOR, W. **Environmental and Occupational Medicine**. Chap. 68, *Occupational Vibration*, pp. 743-749. W. N. Rom, Ed. Little, Brown and Co., Boston (1982).
- (6) NIOSH. **Vibration Syndrome**. *DHHS Current Intelligence Bulletin*, 38. (NIOSH) Pib. No. 83-110 (1983).
- (7) NIOSH. **Vibration Syndrome** NIOSH Videotape, 177 (27 minutes). Cincinnati, OH.
- (8) INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION **Guide for the Measurement and the Assessment of Human Exposure to Vibration Transmitted to the Hand**. Second DIS 5349. International Organization for Standardization, Geneva (in press, 1983).
- (9) INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **Human-Response Vibration Measuring Instrumentation**. Second Draft Proposal DP 8041. ISO/TC 108/SC 3 n 99. International Organization for Standardization. Geneva (unpublished, 1982).

