



Instalaciones eléctricas especiales en ambientes con riesgo de incendio y explosión

1. INTRODUCCIÓN

Con el fin de evitar los riesgos derivados del uso de la electricidad en ambientes potencialmente explosivos, se han desarrollado diferentes técnicas de protección de acuerdo a unas determinadas Normas y Reglamentos vigentes en Europa.

Esta guía muestra un resumen de los aspectos más significativos, así como los riesgos más importantes y su control para la minimización de pérdidas.

2. CLASIFICACIÓN DE EMPLAZAMIENTOS CON RIESGO DE INCENDIO Y EXPLOSIÓN

Para establecer los requisitos que han de satisfacer los distintos elementos constitutivos de una instalación eléctrica en una emplazamiento peligroso, se clasifica a los mismos según dos aspectos: De acuerdo con las sustancias presentes y según la probabilidad de presencia de atmósfera explosiva. De acuerdo a esto, se clasifican en :

- **EMPLAZAMIENTOS DE CLASE I:** Aquellos lugares en los que hay o puede haber gases, vapores o nieblas en cantidad suficiente para producir atmósferas explosivas inflamables.

Estos emplazamientos pueden dar lugar a zonas que en función de su peligrosidad se denominan:



Zona 0: Es aquella en la que una atmósfera de gas explosiva está presente de forma continua, o se prevé que esté presente durante largos períodos de tiempo o cortos períodos pero que se producen continuamente.

Zona 1: Es aquella en la que una atmósfera de gas explosiva se prevé pueda estar de forma periódica u ocasional durante el funcionamiento normal.

Zona 2: Es aquella en la que no se prevé que una atmósfera de gas explosiva pueda estar presente en funcionamiento normal y si lo está, será de forma poco frecuente y de corta duración.

Estas zonas se determinarán de acuerdo a la norma UNE 20.322-86.

- **EMPLAZAMIENTOS DE CLASE II:** Aquellos lugares en los que el riesgo se debe a la presencia de polvo combustible, excluyendo los explosivos propiamente dichos.

Según la MI BT026, dentro de esta clase hay que diferenciar:

Zona Z (con nubes de polvo): Es aquella en la que hay o puede haber polvo combustible durante las operaciones normales de funcionamiento, puesta en marcha o limpieza, en cantidad suficiente para producir una atmósfera explosiva.

Zona Y (con capas de polvo): Es aquella que no está clasificada como Zona Z, pero en la cual pueden aparecer acumulaciones de capas de polvo combustible a partir de las cuales pueden producirse atmósferas explosivas.

- **EMPLAZAMIENTOS CLASE III:** Aquellos en los que el riesgo se deberá a la presencia de fibras o materias volátiles fácilmente inflamables, pero en los que no es probable que estas fibras o materias volátiles estén en suspensión en el aire en cantidad suficiente como para producir atmósferas explosivas.

3. MODOS DE PROTECCIÓN

Consisten en una serie de requerimientos técnicos aplicables al diseño, producción y control de los equipos eléctricos, para asegurar que sean aptos para trabajar dentro de una atmósfera potencialmente explosiva y evitar que provoquen la ignición de la atmósfera circundante.

En general se basa en los siguientes principios:

- Segregar mediante una barrera física las partes susceptibles de inflamar el gas del ambiente.
- Limitar la energía que se puede aplicar a la eventual mezcla inflamable.
- Confinamiento de una eventual explosión dentro de la envolvente del equipo eléctrico.

Los modos de protección existentes son los siguientes:

A) Envolvente antideflagrante "d"

Se denomina así la envolvente de un aparato eléctrico capaz de soportar la explosión interna de una mezcla inflamable que haya penetrado en su interior, sin sufrir avería en su estructura y sin transmitir la inflamación interna, por sus juntas de unión u otras comunicaciones, a la atmósfera explosiva exterior compuesta por cualquiera de los gases o vapores para los que está prevista.

Este modo de protección no tiene limitaciones de potencia o tensión y es aplicable a todos los equipos, bien sean de maniobra y protección de máquinas, rotativas, luminarias, comunicaciones, transformadores, etc.



Las normas para su construcción son las siguientes:

- UNE 21-820-89
- CEI 79-11 (1984)
- EN 50.020 (1977) + E₁ (1979) + E₂ (1985)

B) Seguridad aumentada "e"

Se denomina protección por seguridad aumentada aquella en la que se toman cierto número de precauciones especiales para evitar, con un coeficiente de seguridad elevado, calentamientos inadmisibles o la aparición de arcos o chispas en aparatos que en servicio normal no las producen.

Este modo de protección puede ser aplicado a aquel equipo o material eléctrico que en condiciones normales no produzca arcos, chispas ni calentamientos excesivos. El empleo de este modo se centra en dispositivos con devanados (transformadores, motores asíncronos, electroimanes, ...), elementos de conexión, luminarias y sistemas de caldeo.

Las normas de construcción para este modo de protección son:

- UNE 20329-72
- CEI 79-7 (1969)
- EN 50.019 (1977) + E₁ (1979) + E₂ (1983) + E₃ (1985)

C) Seguridad intrínseca "i"

Se denomina protección por seguridad intrínseca de un circuito o una parte de él, aquella en la que cualquier chispa o efecto eléctrico que pueda producirse, normal o accidentalmente, es incapaz de provocar en las condiciones de ensayo prescritas, la ignición de la mezcla inflamable para la cual se ha previsto dicho circuito o parte del mismo.

Las aplicaciones de este modo de protección estarán restringidas a circuitos eléctricos y electrónicos en los cuales se manejan bajas tensiones, corrientes y potencias.

Las normas de construcción para este modo de protección son:

- UNE 21-820-89
- CEI 79-11 (1984)
- EN 50.020 (1977) + E₁ (1979) + E₂ (1985)

D) Inmersión en aceite "o"

Se denomina protección por inmersión en aceite aquella en la que la protección del material eléctrico se realiza de forma que no puedan inflamarse los gases o vapores inflamables que se hallen por encima del nivel de aceite y en el exterior de la envolvente.

Este modo de protección está prácticamente en desuso. Se utiliza ocasionalmente para transformadores e interruptores de pequeño volumen de aceite.

Las normas de construcción para este modo de protección son:

- UNE 20-326-70 UNE 21-815-89
- CEI-79-6 (1968)
- EN 50.015 (1977) + E₁ (1979)

E) Sobrepresión interna "p"



Se denomina protección por sobrepresión interna aquella en la que las máquinas o materiales eléctricos están provistos de una envolvente o instalados en una sala en la que se impide la entrada de los gases o vapores inflamables, manteniendo en su interior aire u otro gas inerte a una presión superior a la de la atmósfera exterior.

Este modo de protección suele aplicarse a equipos de potencias muy elevadas (motores de más de 500 KW), a la adaptación de equipos convencionales no existentes en el mercado con un modo de protección

específico (p.e. un osciloscopio) o a grupos de equipos como es el caso de salas de control ubicadas en emplazamientos clasificados que contienen en su interior dispositivos de control de procesos de datos y comunicaciones, o bien apartamentos de distribución de potencia e incluso salas destinadas a oficinas. La extensión de esta técnica a dispositivos con fuente interna de desprendimiento de gases, como en el caso de múltiples analizadores de proceso, ha permitido la operación de éstos en condiciones aceptables de seguridad.

Las normas de construcción para este modo de protección son:

- UNE 29.319-78 IR UNE 21-816-89
- CEI 79-2 (1983)
- EN 50.016 (1977) + E₁ (1979)

F) Aislante pulverulento "q"

Se denomina protección de relleno de aislante pulverulento aquella en la que las partes bajo tensión del material eléctrico están completamente sumergidas en una masa de aislante pulverulento (tal como cuarzo u otro material similar) que cumple con determinadas condiciones.

Se acostumbra a utilizar en la fabricación de condensadores.

Las normas de construcción para este modo de protección son:

- UNE 20.321-71 UNE 21-817-89
- CEI 79-5 (1967) + 79-5A (1969)
- EN 50.017 (1977) + E₁ (1979)

G) Encapsulado "m"

Modo de protección en el que los elementos a proteger están encerrados (envueltos) en una resina, de tal manera que una atmósfera explosiva no pueda ser inflamada ni por chispa ni por contacto con puntos calientes internos del encapsulado.

En la actualidad se viene aplicando como modo complementario a otros modos, como por ejemplo para contener material asociado de seguridad intrínseca (fuentes de alimentación, barreras de seguridad, ...), recubriendo las partes activas que no son de seguridad intrínseca. Representa una buena solución económica respecto a otras, tales como la envolvente antideflagrante o el relleno pulverulento. También puede aplicarse individualmente como cualquier otro modo de protección.

Es un modo de protección que no requiere una especial atención en cuanto a su mantenimiento ya que los equipos dotados de este modo forman un conjunto monolítico y por lo general, sin posibilidad de reparación.

La norma que se aplica a su construcción es la EN 50.028 (1987).

H) Otros modos de protección

Modo de protección combinado "de"

Consiste en realizar pequeñas cámaras antideflagrantes que alberguen únicamente los contactos eléctricos donde se producen los arcos eléctricos.

Respiración restringida "n"

Modo de protección aplicado a un material eléctrico de modo que en funcionamiento normal no sea capaz de inflamar una atmósfera explosiva circundante, ni presentar, de modo probable, un defecto capaz de provocar una inflamación.

Norma: CEI 79-15 (1987)

Sellado hermético "h"

Modo de protección aplicado a las posibles fuentes de ignición, las cuales estarán encerradas en una envolvente hermética a la entrada de gas y disponiendo de la resistencia mecánica adecuada.

En la actualidad no existe normativa.

Protección especial "s"

El modo de protección especial concierne a medidas constructivas no recogidas en las anteriores normas, con el objeto de obtener un elevado coeficiente de seguridad.

4. CERTIFICADOS Y MARCADO

El material eléctrico a emplear en emplazamientos con atmósfera explosiva, dotado con alguno de los modos de protección citados anteriormente, deberán poseer un certificado de conformidad extendido por un laboratorio acreditado de acuerdo con una norma UNE, con una norma europea EN, ó con una recomendación CEI.



Los modos de protección "n", "h" y "s" deberán contar con un "certificado de control", expedido por un laboratorio acreditado. En éste se atestiguará que este material eléctrico presenta un nivel de seguridad, al menos equivalente al de los materiales conforme a las normas citadas. Sin embargo, su aceptación no es automática en la CEE, en ocasiones será preciso que sea certificado, por el laboratorio acreditado del país donde va a ser instalado (en España el Laboratorio Oficial Madariaga, LOM).

Todo material eléctrico que comporte alguno de los modos de protección anteriormente descritos, deberán estar marcados de acuerdo con las normas: CEI 79-0, EN 50.014 y UNE 20.323-78 y la norma específica aplicable.

Ex:	material para ambientes explosivos.
Eex:	ídem, construido según normas europeas EN.
d,e,i,p.o.q.:	sistema de protección.
I:	para minas grisuosas.
II:	para industrias distintas de minas.
A,B,C:	grupo de gas.
T1....T6:	clase de temperatura.

5. ÍNDICES DE PROTECCIÓN

Según la norma UNE 20.324-79, Índice de protección es la cualidad convencional asignada a una envolvente de equipo eléctrico, en cuanto a:

- Entrada de cuerpos extraños.
- Entrada de agua.
- Resistencia al impacto.

Se especifica con las siglas IP seguidas de dos o tres dígitos:

1^{er} dígito: Indica la protección frente a la entrada de sólidos.

2^o dígito: Indica la protección contra la entrada de agua.

Los significados de cada uno de éstos se recogen en la siguiente tabla:

1ª cifra (protección contra los cuerpos sólidos)		2ª cifra (protección contra los líquidos)	
IP		IP	
0	Sin protección	0	Sin protección
1	Protegido contra cuerpos sólidos superiores a 50 mm (ej.: contactos involuntarios de la mano)	1	Protegido contra las caídas verticales de gotas de agua (condensación).
2	Protegido contra cuerpos sólidos superiores a 12 mm (ej.: dedos de la mano)	2	Protegido contra las caídas de agua hasta 15° de la vertical.
3	Protegido contra cuerpos sólidos superiores a 2,5 mm (ej.: herramientas, cables, ...)	3 S	Protegido contra el agua de lluvia hasta 60° de la vertical.
4	Protegido contra cuerpos sólidos superiores a 1 mm (ej.: herramientas, cables, ...)	4 S	Protegido contra las proyecciones de agua en todas direcciones.
5	Protegido contra el polvo (sin sedimentos perjudiciales)	5 S S	Protegido contra el lanzamiento de agua en todas direcciones
6	Totalmente protegidos contra el polvo.	6	Protegido contra el lanzamiento de agua similar a los golpes del mar
		7 S S	Protegido contra la inmersión.
		8 S S ...m	Protegido contra los efectos prolongados de inmersión bajo presión.

6. INSTALACIONES ELÉCTRICAS EN EMPLAZAMIENTOS CLASIFICADOS

Selección del material

La instalación del equipo eléctrico en emplazamientos peligrosos cumplirá con las normas y recomendaciones para instalaciones industriales, y con un modo de protección adecuado a las condiciones ambientales, mecánicas, químicas y térmicas.

Para la selección del material eléctrico apropiado, se precisa la siguiente información:

- Clasificación del emplazamiento (zonas).
- Temperatura de inflamación de los gases, vapores, polvos o fibras.
- Grupo de gases previsto.
- Influencias externas y temperatura ambiente a que será sometido el material.

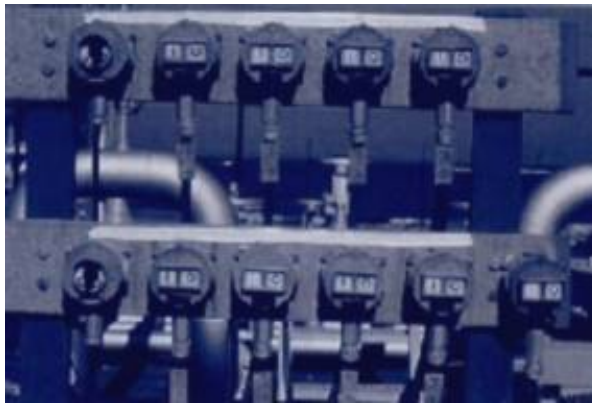
El material eléctrico deberá cumplir simultáneamente que su modo de protección sea el adecuado a la zona y que su clase térmica no exceda la temperatura de ignición del gas.

Ejemplos

- En el interior de una cabina de pintura (disolventes a base de tolueno) por arrastre de agua en una empresa del sector de la madera:

Se trata de un emplazamiento de Clase I, clasificado como ZONA 0.

Las luminarias e instalaciones eléctricas deberán ir provistas de un modo de protección (Ex), para industrias del tipo II, grupo A, clase de temperatura T1.



Ejemplo de marcado: EExd IIA T1.

- En una sala de máquinas de compresores para cámaras frigoríficas utilizando como refrigerante amoníaco.

Se trata de un emplazamiento de Clase I, clasificado como ZONA 2.

Las luminarias deberán ir provistas de un modo de protección (Ex), para industrias del tipo II, grupo A, clase de temperatura T1.

Protección contra contactos indirectos

Para las configuraciones de las redes de baja tensión, objeto de la Instrucción MIBT 008, se observarán las siguientes prescripciones:

- a. Redes de conducto neutro y conductos de protección puesta a tierra en un mismo punto y separados entre sí en el conjunto de la red (redes TN-S). No deberán conectarse entre sí ambos conductores, excepto en el punto de puesta a tierra de la red, ni combinarse neutro y protección en un solo conductor.
- b. Redes con funciones combinadas de neutro y protección en un solo conductor, en el conjunto de la red (redes TN-C). Este tipo de red no está permitido, dado que la carga del neutro puede originar diferencias de potencial entre masas que pueden resultar peligrosas.
- c. Redes con neutro conectado directamente a tierra y masa puesta a tierra en puntos diferentes al anterior (redes TT). Este tipo de red se admite para Zona 1, siempre que esté protegido por un dispositivo de corriente diferencial residual, incluso si se trata de un circuito de pequeña tensión de seguridad (tensión inferior a 50 V). Este tipo de red no se permite en Zona 0.
- d. Redes con neutro aislado o unido a tierra través de una impedancia que limita la corriente de defecto (redes I.T.). Las instalaciones situadas en Zona 0 deberán desconectarse instantáneamente en caso de primer fallo a tierra, bien por el dispositivo de control de aislamiento o bien por un dispositivo de corriente residual.
- e. Redes de cualquier nivel de tensión aisladas en Zona 0. Deberá prestarse especial atención en limitar, en amplitud y duración, las corrientes de cortocircuito. Deberá instalarse una protección instantánea contra defectos a tierra.

En Zonas 0 y 1, y recomendablemente también en Zona 2, deberá instalarse una red equipotencial de masas. La sección mínima de conductos será de 10 mm² de cobre.

Protección contra electricidad estática

Cada caso requerirá un estudio particular, generalmente las medidas de seguridad se basan fundamentalmente en derivar a tierra las cargas producidas en el proceso. La resistencia de fuga a tierra del orden de 1 Mo es suficiente para prevenir dichas acumulaciones, si bien es importante no superar nunca ese valor.

Protección catódica

Las piezas metálicas con protección catódica situadas en emplazamientos peligrosos pueden ser elementos activos potencialmente peligrosos.

En emplazamientos situados en Zona 0, no estará permitida la protección catódica, salvo si está especialmente concebida para esta aplicación.

Protecciones de sobreintensidad



Para evitar los efectos de sobreintensidad, todos los circuitos, exceptuando los de seguridad intrínseca, deberán ir provistos de dispositivos de protección contra sobrecargas y cortocircuitos. En Zonas 0 y 1, el rearme tras un disparo debe ser manual y los relés térmicos tienen que ser diferenciales para evitar el funcionamiento de motores con dos fases.

Seccionamiento y parada de emergencia

Cuando los circuitos situados en área peligrosa son alimentados desde zona segura, deberá instalarse un dispositivo de seccionamiento de dichos circuitos en zona segura que permita su intervención en caso de emergencia. Los equipos pueden ser convencionales.

Los equipos que en caso de emergencia tengan que seguir en servicio deberán alimentarse por medio de un circuito independiente.

Canalizaciones eléctricas

Las canalizaciones eléctricas deberán cumplir con las prescripciones MIBT 006, 017 y 018, así como con los requisitos siguientes:

- No serán usados cables aislados sin cubierta exterior como conductores activos, salvo en el conexionado interior de aparatos eléctricos o en canalizaciones bajo tubo.
- Los conductores estarán sobredimensionados un 15 por 100 con respecto a la intensidad nominal en una instalación convencional.
- Todas las canalizaciones superiores a 5 m deberán disponer de una protección contra cortocircuitos y sobrecargas.
- Los orificios no utilizados deberán cerrarse mediante tapones adecuados a modo de protección.
- El punto de transición de una canalización eléctrica de una zona a otra o de un emplazamiento peligroso a otro seguro deberá estar sellado de modo que no permita el paso de vapores o líquidos inflamables.

Instalación en Zona 0

Cuando se utilicen instalaciones eléctricas en Zona 0, deberá preverse un alto nivel de seguridad, teniendo en cuenta tanto las condiciones ambientales específicas como los requerimientos térmicos, mecánicos, químicos, eléctricos, fenómenos electrostáticos y de corrosión.

Instalación de circuitos en seguridad intrínseca

Las instalaciones de circuitos en seguridad intrínseca deberán cumplir los siguientes requisitos:

- Las bornas o dispositivos de conexión serán los adecuados y fiables en su cometido.
- Siempre que sea posible, el alojamiento de bornas será distinto del que contienen circuitos que no sean de

seguridad intrínseca. Si no es posible, las bornas de seguridad intrínseca deberán distanciarse como mínimo a 50 mm del resto de circuitos o separarse por medio de tabique aislante.

- Los circuitos de seguridad intrínseca deberán cablearse con conductores aislados, cuyo grado de aislamiento sea como mínimo de 500 V. Deberán separarse de los que no son de seguridad intrínseca con el fin de evitar autoinducciones, a no ser que uno u otro circuito estén rodeados por una pantalla conectada a tierra.

Sistema de entrada

- **Entrada directa:** La entrada de cable se realiza directamente a la envolvente, antideflagrante que puede contener una posible fuente de ignición, protegiéndola ya sea con cortafuegos, si la instalación se realiza con tubo, o con prensaestopas, si la instalación es con cable armado.
- **Entrada indirecta:** Este modo dispone de dos envolventes, una que contiene la posible fuente de ignición y otra de conexión. Ambas cámaras estarán unidas mediante pasamuros del mismo modelo de protección que las envolventes.

Cuadros y equipos especiales

- El sistema de protección utilizado en la construcción de cuadros y equipos para zonas potencialmente explosivas es el de envolvente antideflagrante, que consiste en ensamblar diversas cajas con esta protección situando en su interior equipos eléctricos convencionales.



- Los elementos de unión mecánica y eléctrica, así como los pasos hacia el exterior de las envolventes de los pulsadores y actuadores rotativos deben también disponer de las tolerancias y longitudes de junta que especifican las normas y estar debidamente certificados.
- La elección del tipo de cajas y su disposición se realiza en función del tamaño del equipo eléctrico que debe albergar, así como de la energía de disipación de dichos componentes, con el fin de evitar temperaturas excesivas en la superficie de las envolventes.
- Los equipos y cuadros se suministran para montaje mural o bien sobre bastidores autoportantes.

7. CONCLUSIONES

- Aquellos equipos eléctricos instalados en un emplazamiento peligroso deberán ir provistos de elementos de protección adecuados.
- El emplazamiento peligroso se clasifica de acuerdo con las sustancias presentes y según la probabilidad de presencia de atmósfera explosiva.
- El modo de protección a utilizar dependerá del aparato eléctrico sobre el que se va a aplicar.
- El material eléctrico dotado con algún modo de protección deberá poseer un certificado de conformidad extendido por un laboratorio acreditado.

[volver arriba](#)