

A T E X

BREVE GUÍA SOBRE PRODUCTOS E INSTALACIONES EN ATMÓSFERAS EXPLOSIVAS

Fernández Ramón, C.; García Torrent, J.; Vega Remesal, A.
Julio, 2003



LABORATORIO OFICIAL J. M. MADARIAGA

C/ Alenza, 1 - 28003 MADRID (Spain) / Tfno: (+34) 914 421 366 - 913 367 009 - 913 364 18
Fax: (+34) 914 419 933 / E-mail: lom@lom.upm.es / www.lom.upm.es

BREVE GUÍA SOBRE PRODUCTOS E INSTALACIONES EN ATMÓSFERAS EXPLOSIVAS

INTRODUCCIÓN

Las primeras Directivas sobre atmósferas potencialmente explosivas se remontan a 1976 para la industria en general con la exclusión de la minera, y a 1982 para la industria minera. Ambas tratan de “Equipos eléctricos”, tomando en consideración la primera el riesgo derivado de la presencia de sustancias inflamables en forma de vapor o gas. El resto de situaciones se debían recoger en legislaciones de ámbito nacional de cada Estado Miembro, pudiéndose producir, en cada uno de ellos, vacíos legales significativos además de divergencias entre los Reglamentos de los distintos países.

Con la publicación de las Directivas:

- ? 94/9/CE relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados miembros sobre aparatos y sistemas de protección para uso en atmósferas potencialmente explosivas (ATEX 100)
- ? 1999/92/CE relativa a las disposiciones mínimas para la mejora de la protección de la salud y de la seguridad de los trabajadores expuestos a los riesgos derivados de atmósferas explosivas (ATEX 137)

se da sentido y se completa el marco legal en que se desenvuelve la seguridad de las instalaciones, las personas, el medio ambiente y los trabajadores, en este tipo de instalaciones.

Esta breve **Guía sobre productos e instalaciones en Atmósferas Explosivas** tiene como objetivo responder a las preguntas que más frecuentemente se plantean entre fabricantes, instaladores y usuarios ATEX.

¿Qué es una atmósfera explosiva?

Es una mezcla con aire, en condiciones atmosféricas, de sustancias inflamables en forma de gases, vapores, nieblas o polvos, en la que después de una ignición, la combustión se propaga hacia la mezcla no quemada.

El término no es aplicable cuando el riesgo de explosión proviene de sustancias inestables, como explosivos y sustancias pirotécnicas, o cuando la mezcla explosiva está fuera de lo que se entiende como condiciones atmosféricas normales, por lo que excluye a los procesos en condiciones hiperbáricas.

Para que se produzca una explosión deben coincidir la **atmósfera explosiva** y un **foco de ignición**. Esto requiere la existencia de una sustancia combustible (gas, vapor, niebla o polvo), y de un oxidante (aire) en un intervalo de concentración determinado, y al mismo tiempo la presencia de una fuente energética capaz de iniciar la reacción.

En un emplazamiento con una atmósfera explosiva hay que tener en cuenta dos aspectos distintos:

- ? **Los equipos** que van a ser instalados en dicha zona y que deben ser seguros y no susceptibles de iniciar una explosión.
- ? **La forma en la que se trabaja** en dicha zona peligrosa.

Por el lado de la seguridad de los productos, y en relación con los equipos y productos para uso en atmósferas explosivas, la Directiva 94/9/CE “Equipos y sistemas de protección previstos para su uso en atmósferas potencialmente explosivas”, establece los **Requisitos Esenciales de Seguridad** que deben cumplir dichos productos, así como los procedimientos para la acreditación de la conformidad, todo ello dentro de los criterios generales conocidos como “del Nuevo Enfoque”. Por tanto, esta directiva, denominada **ATEX 100**, establece la responsabilidad de los **fabricantes** de dichos equipos.

Por el lado de la seguridad laboral, la referencia fundamental ha de hacerse a la Directiva 1999/92/CE sobre **Disposiciones Mínimas de Seguridad** para la mejora de la seguridad y salud de los trabajadores expuestos a riesgos derivados de atmósferas explosivas, que desarrolla de forma específica para el riesgo de explosión lo establecido en la Directiva 89/391/CEE relativa a la “aplicación de medidas para promover la mejora de la seguridad y de la salud de los trabajadores en el trabajo” (Directiva MARCO). Establece el modo de operación dentro de la instalación, así como la adecuación de los equipos a las zonas de trabajo definidas bajo esta directiva, afectando a la responsabilidad del **empresario** titular de la instalación. Esta directiva, denominada **ATEX 137**, excluye a las industrias extractivas, por tener su regulación específica que incluye el riesgo de explosión.



¿Qué significa “directivas de nuevo enfoque”?

La Resolución del Consejo de 7 de mayo de 1985 supone una nueva aproximación a la armonización técnica y normativa. Esta resolución tiene como intención conseguir un balance entre la legislación detallada, como se venía llevando a cabo en las directivas del antiguo enfoque a nivel europeo, y las cláusulas generales en relación con muchos de los Estados miembros. Los principios y estrategias de la Resolución del Consejo pueden describirse de la siguiente manera:

- ? Abarcar una amplia categoría de productos y/o clases de riesgos mediante la aplicación de las directivas acordes con la “referencia general a normas”.
- ? La intención de detener la proliferación de excesivas directivas técnicas específicas para cada producto.
- ? La rápida consolidación de la capacidad para normalizar, preferentemente a nivel europeo.

Los elementos principales a los que se refiere el “nuevo enfoque” son:

- ? La armonización legislativa se limita a la adopción de los “requisitos esenciales de seguridad” (u otros requisitos de interés general).
- ? La misión de desarrollar las especificaciones técnicas necesarias para la producción y puesta en el mercado de productos conformes a los requisitos esenciales es encomendada a las organizaciones competentes en el campo de la normalización.
- ? Las especificaciones técnicas no son obligatorias y mantienen su condición de normas voluntarias, sin embargo, las autoridades nacionales están obligadas a reconocer que los productos fabricados de acuerdo con normas armonizadas tienen presunción de conformidad con los “requisitos esenciales” establecidos por la Directiva.

De cara al usuario, el término “**homologación**” se sustituye por el de “**declaración de conformidad**” que, independientemente de que el procedimiento incluya la intervención de Organismos Notificados, deja en evidencia la responsabilidad del fabricante.

Los Estados miembros no tienen que aceptar una disminución en los niveles de protección ya existentes en su territorio. El “nuevo enfoque” asegura la libre circulación de mercancías sin disminuir los justificados niveles de seguridad existentes en los Estados miembros.

¿Por qué se denominan directivas ATEX 100 y ATEX 137?

En el Tratado-CE existen diferentes objetivos con vistas a la seguridad, salud y protección del entorno. Fundamentalmente deben considerarse los siguientes artículos:

- a) El **Artículo 100** (en la actualidad Artículo 95, pero se mantiene la referencia al momento de la aprobación de la Directiva) pretende asegurar que los **productos industriales** puedan ser marcados libremente mediante el establecimiento de los **requisitos esenciales** que deberán cumplir todos los productos. Las directivas basadas en este artículo están dirigidas a los **fabricantes y diseñadores**. Una vez que hayan sido transpuestas a las legislaciones nacionales de los Estados miembros, deberán ser éstos los que se ocupen del diseño y fabricación seguros de los productos. Las directivas del Artículo 100 contienen también los procedimientos para facilitar a los fabricantes el examen de conformidad con dichos requisitos. Estas estipulaciones se denominan “procedimientos de evaluación de la conformidad”.

El concepto de riesgo relacionado con el “nuevo enfoque” resultará en la aplicación complementaria de diferentes directivas para determinados equipos o instalaciones. En este tipo de aplicación, el fabricante tiene que seguir los requisitos esenciales así como los procedimientos de evaluación de la conformidad de todas las Directivas que sean de aplicación. Como consecuencia, el mercado-CE será conforme con las disposiciones de todas las directivas de aplicación (ATEX y NO ATEX).

Es necesario no sólo la libre circulación y la puesta en servicio de aquellos equipos que lleven el mercado-CE y la declaración de conformidad CE, sino también asegurar la libre circulación de equipos no provistos de mercado-CE cuando vayan a ser incorporados como componentes dentro de otra maquinaria o ensamblados con otros equipos para formar una instalación compleja. Por este motivo, en las directivas del artículo 100, se han previsto distintos tipos de declaraciones de conformidad.

- b) El **Artículo 137** del Tratado de la CE (denominado Artículo 118 durante la redacción de la Directiva, con anterioridad al 1 de Mayo de 1999, fecha de entrada en vigor del Tratado de Ámsterdam sobre los procedimientos legislativos) tiene como propósito lograr un **ambiente de trabajo más seguro** en lo concerniente a la prevención de determinados riesgos a los que se pueden ver expuestos los operarios en el lugar de trabajo. Con esta finalidad, las **disposiciones mínimas** de seguridad y salud aparecen fijadas en las Directivas-137 y están dirigidas principalmente, después de su transposición a la legislación nacional, a los **empresarios**.

Las Directivas-137 tienen como objetivo social, en un primer paso, definir la base común para las condiciones de trabajo. Una aproximación posterior paso a paso dará lugar a nuevas mejoras a la vez que se mantienen aquellas mejoras ya implementadas. Las directivas no podrán perjudicar a las reglamentaciones nacionales o comunitarias, existentes o futuras, que sean más favorables para la protección de la seguridad y la salud de los trabajadores.

De acuerdo con el artículo 137 del Tratado, estas directivas deben evitar la imposición de restricciones administrativas, financieras o legales que puedan obstaculizar la creación y el desarrollo de pequeñas y medianas empresas.

¿Qué equipos instalados en atmósferas explosivas se ven afectados por las Directivas ATEX?

Los equipos eléctricos y no eléctricos que se instalan en lugares donde se pueden formar atmósferas explosivas deben cumplir unos requisitos, obtener una certificación y ser marcados conforme a las disposiciones dictadas por el Real Decreto 400/1996 que transpone la Directiva 94/9/CE (ATEX 100).

De forma específica el alcance del Real Decreto, de acuerdo a su texto, se extiende a:

- ? aparatos definidos como máquinas, materiales, dispositivos fijos y móviles, los órganos de control y la instrumentación, los sistemas de detección y prevención que, solos o combinados, se destinan a la producción, transporte, almacenamiento, medición, regulación, conversión de energía y transformación de materiales y que, por las fuentes de ignición que los caracterizan, pueden desencadenar una explosión.
- ? sistemas de protección definidos como dispositivos, distintos de los componentes definidos anteriormente, cuya función es la de detener inmediatamente las explosiones incipientes y/o limitar la zona afectada por una explosión, y que se comercializan por separado como sistemas con funciones autónomas.
- ? dispositivos de seguridad, control y regulación previstos para su uso fuera de una atmósfera potencialmente explosiva pero requerida para funcionamiento seguro de aparatos y sistemas de protección que están ubicados en ambientes explosivos.
- ? componentes definidos como las piezas que son esenciales para el funcionamiento seguro de los aparatos y sistemas de protección, pero que no tienen función autónoma.

¿Cómo se clasifican los equipos instalados en atmósferas explosivas?

Los equipos y sistemas de protección para atmósferas explosivas, se clasifican según diferentes criterios. Estas clasificaciones, al ir marcadas sobre los materiales, permiten una indicación más clara al usuario para su empleo seguro.

? Por el estado de la sustancia combustible, en **Clases**.

Clase I: La sustancia combustible se presenta en forma de gas, vapor o niebla.

Clase II: La sustancia combustible se presenta en forma de polvo combustible.

? Por el ambiente industrial en que está prevista su instalación, en **Grupos**.

Grupo I: corresponde a aparatos y sistemas de protección para minería subterránea o zonas superficiales de las minas en las que se pueden presentar mezclas explosivas de gases y polvos.

Grupo II: equipos destinados al resto de instalaciones con presencia de atmósfera explosiva. Al contrario que con anterioridad, ahora se establecen categorías de material en relación con las zonas de ubicación de los aparatos y de los sistemas de protección o de su nivel de seguridad.

? Por la sensibilidad de la sustancia a la iniciación de la explosión por arco eléctrico o por llama, en **Subgrupos**.

En función del IEMS (Intersticio Experimental Máximo de Seguridad) como medida de la sensibilidad a la llama, y de la EMI (Energía Mínima de Ignición) como una medida de la sensibilidad al arco eléctrico, el Grupo II se subdivide en Subgrupos:

Subgrupo IIA EMI = 250 μ J IEMS = 0,92 mm (ref. Metano)

Subgrupo IIB EMI = 96 μ J IEMS = 0,65 mm (ref. Etileno)

Subgrupo IIC EMI = 20 μ J IEMS = 0,35 mm (ref. Hidrógeno)



- ? Por la sensibilidad de la sustancia a la iniciación de la explosión por contacto con una superficie caliente, en **Clases Térmicas**.

En la tabla se recoge la clasificación aplicable a la Case I, Grupo II, considerándose una temperatura ambiente de 40 °C.

Clase de Temperatura	Temperatura Superficial Máxima
T1	450 °C
T2	300 °C
T3	200 °C
T4	135 °C
T5	100 °C
T6	85 °C

A estos efectos, para el caso de minas con grisú (Grupo I), se admite una temperatura superficial máxima de 450 °C si sólo se considera el metano, pero que se reduce a 150 °C si puede formarse una capa de polvo de carbón sobre la superficie del equipo.

- ? Por la probabilidad de que los equipos aporten una fuente de energía que desencadene la explosión, en **Categorías**

En función del nivel de seguridad se establecen dos categorías para el Grupo I (M1 y M2) y tres categorías para el Grupo II (1, 2 y 3).

Categoría M1 y 1: comprende los aparatos diseñados y, si es necesario, equipados con medios de protección especiales, de manera que puedan funcionar dentro de los parámetros operativos especificados por el fabricante y asegurar un **nivel de protección muy alto**. Los aparatos de esta categoría deben estar previstos para utilizarse en ambientes en los que se produzcan de forma constante, duradera o frecuente mezclas explosivas de gases, vapores, nieblas o polvos. Los aparatos de categoría M1 están normalmente destinados a funcionar de forma continua aún con la presencia de atmósferas explosivas. Estos aparatos deben asegurar el nivel de protección aún en el caso de avería infrecuente, de forma que:

- ✍ en caso de fallo de uno de los medios de protección, al menos un segundo medio independiente asegure el nivel de protección requerido
- ✍ en caso de que se produzcan dos fallos independientes, esté asegurado el nivel de protección requerido



Categoría M2 y 2: comprende los aparatos diseñados para poder funcionar en las condiciones prácticas fijadas por el fabricante y basados en un **alto nivel de protección**. Los aparatos de esta categoría están destinados a utilizarse en un ambiente en el que sea probable la presencia de una atmósfera explosiva y asegurarán el nivel de protección requerido, aún en el caso de avería frecuente o de fallos de funcionamiento que habitualmente se tienen en cuenta. Los aparatos de categoría M2 son normalmente aquellos que, en caso de detección de una atmósfera explosiva (por encima del nivel de concentración fijado reglamentariamente), deberá poder cortarse su alimentación energética.

Categoría 3: comprende los aparatos diseñados para poder funcionar en las condiciones prácticas fijadas por el fabricante y asegurar un **nivel de protección normal**. Los aparatos de esta categoría están destinados a utilizarse en un ambiente en el que sea poco probable e infrecuente la formación de mezclas explosivas, y cuando ocurre su presencia es de corta duración.

¿Qué hace falta para poner en el mercado un equipo ATEX?

Para que un equipo o sistema pueda ser comercializado ya no debe cumplir una lista de normas armonizadas, sino que debe haber sido diseñado y construido de acuerdo con los **requisitos esenciales de seguridad y salud** que aparecen en el Anexo II del Real Decreto, y deberá estar provisto de una **declaración de conformidad**.

Esta conformidad se basa en:

- ? Cumplir con todos los Requisitos Esenciales de Seguridad aplicables.
- ? Disponer de la Declaración de Conformidad CE, lo que en muchos casos requerirá:
 - ✍ disponer de un Certificado de Examen CE de Tipo, emitido por un Organismo Notificado,
 - ✍ estar sujeto al control para el aseguramiento de la calidad por parte del Organismo Notificado.
- ? Marcado CE de los equipos.

¿Qué es un Organismo Notificado?

Es una entidad independiente e imparcial (“tercera parte”) que cada Estado Miembro de la Unión Europea puede comunicar a Bruselas para autorizarle a verificar, ensayar y certificar la conformidad de un producto con las exigencias obligatorias establecidas en las Directivas de “Nuevo Enfoque” que le afecten¹. Las certificaciones emitidas por estos organismos son válidas en todos los países de la Unión Europea y de la EFTA.

¿Qué requisitos esenciales de seguridad son aplicables?

Los aparatos, sistemas de protección, dispositivos de seguridad y componentes deben satisfacer los requisitos esenciales de seguridad y salud aplicables que figuran en el anexo II del Real Decreto.

La redacción de estos requisitos está realizada para tener en cuenta el uso de los productos y el avance tecnológico. Básicamente, los requisitos esenciales de seguridad relativos a los equipos y sistemas de protección incluyen:

- ? Principios de integración de la seguridad frente a las explosiones. Los aparatos y sistemas de protección previstos para uso en atmósfera potencialmente explosiva deben estar diseñados con miras a la integración de la seguridad frente a las explosiones.
- ? Obligación de evitar preferentemente la formación o liberación de atmósferas explosivas.
- ? Considerar las posibles anomalías de funcionamiento y utilizaciones incorrectas razonablemente previsibles.
- ? Un marcado que contenga, en particular, el nombre y la dirección del fabricante, y el año de construcción, la letra D (polvos) o la letra G (gases) indicando en qué tipo de atmósferas explosivas puede ser utilizado.
- ? Obligación de incluir un manual de instrucciones que facilite la puesta en servicio, el uso y mantenimiento en condiciones seguras.
- ? Consideración sobre la selección de los materiales.
- ? Elementos de diseño y construcción.

¹ El Laboratorio Oficial José María de Madariaga (**LOM**) es el Organismo Notificado español para la Directiva ATEX100

- ? Una lista de los focos potenciales de ignición eléctricos y no eléctricos que se deben evitar.
- ? Requisitos para el equipo lógico.
- ? Requisitos específicos para atmósferas explosivas formadas por gases y vapores.
- ? Requisitos específicos para atmósferas explosivas formadas por polvos

En caso de que, a pesar de todo, se produjera una explosión que pudiera poner en peligro a personas y, en su caso animales domésticos o bienes por efecto directo o indirecto, el fabricante tomará medidas para detenerla inmediatamente o limitar a un nivel de seguridad suficiente la zona afectada por llamas y la presión resultante de la explosión.

En relación con los sistemas de protección se debe centrar la atención en:

- ? Efectos debidos al calentamiento por llamas.
- ? Resistencia a las ondas de choque .
- ? Influencia de los accesorios.

Cuando se diseña o construye un aparato, el fabricante tiene la posibilidad de aplicar los requisitos básicos esenciales mientras haya llevado a cabo, como paso previo, un análisis del riesgo, o bien de usar las normas armonizadas de acuerdo con la Directiva ATEX 100.

Cuando un equipo presenta conformidad con una norma armonizada, es decir, con una norma reconocida por la Unión Europea y publicada en el Diario Oficial de la Comunidad Europea, se presume que el equipo presenta conformidad con los requisitos esenciales (presunción de conformidad).

El comité técnico TC31 de CENELEC viene elaborando las normas específicas para los equipos eléctricos. Para las normas generales y para equipos no eléctricos, se creó el comité técnico CEN TC 305. Existe una relación muy estrecha entre ambos comités. Actualmente continúan desarrollando las normas armonizadas en el ámbito de esta directiva.

Los fabricantes y Organismos Notificados harán uso, mientras tanto, de las normas europeas existentes, o de las normas ISO o CEI disponibles, o incluso de los proyectos de norma europea que están en progreso.

¿Cómo se puede certificar un equipo ATEX?

Para mostrar cómo se satisfacen los requisitos de seguridad, la directiva establece distintos procedimientos así como las opciones disponibles al fabricante o representante legal en función de las categorías y tipo de aparatos. En ciertos casos es obligatoria la actuación de un Organismo Notificado de la Unión Europea en los aspectos de verificación de ciertos requisitos, ensayos, verificaciones y aseguramiento de la calidad.

Según la categoría y tipo de aparato, los pasos que se deben seguir hasta la Declaración de Conformidad son diferentes, incluyendo:

? **Certificado de examen CE de tipo (Anexo III)**

Es el procedimiento por el cual un Organismo Notificado comprueba y certifica que un ejemplar representativo -tipo- de la producción considerada cumple con los requisitos de la directiva que le son aplicables.

El solicitante pone a disposición del organismo notificado una o varias muestras junto con la documentación técnica adecuada para la realización de verificaciones y ensayos, que consistirá en:

- ✍ una descripción general
- ✍ planos, esquemas, etc, de diseño y de fabricación
- ✍ descripciones y explicaciones para aclaración de planos y esquemas y funcionamiento
- ✍ una lista de las normas armonizadas a que se refiere el artículo 5 de la directiva, aplicadas total o parcialmente, y una descripción de las soluciones adoptadas para cumplir con los requisitos esenciales, no recogidos en las mencionadas normas
- ✍ resultados de cálculos de diseño y de los exámenes efectuados
- ✍ informes sobre pruebas

? **Control de la fabricación**

De acuerdo a la categoría del producto, el fabricante o representante legal puede optar a los diversos módulos de control de la producción, que se definen a continuación.

? Garantía de la calidad de la producción (anexo IV).

Describe el procedimiento por el cual el fabricante garantiza y declara que los productos son conformes al tipo descrito en el Certificado de Examen CE de tipo y satisface los requisitos de la directiva que le son aplicables.

El fabricante deberá aplicar un sistema aprobado de la calidad, la inspección final del producto y las pruebas necesarias.



El sistema de calidad será evaluado por un Organismo Notificado, que efectuará auditorías periódicas de verificación. La evaluación del sistema de calidad se recoge en un informe de la inspección. El fabricante marcará los productos con el número de identificación del Organismo Notificado a continuación de la marca CE.

? Verificación de los productos (anexo V)

Describe el procedimiento mediante el cual el fabricante o su representante legal garantiza y declara que los aparatos son conformes con el tipo descrito en el Certificado de Examen CE de Tipo y con los requisitos aplicables de la directiva. Un Organismo Notificado efectuará las verificaciones y ensayos sobre cada uno de los aparatos, estampando sobre ellos su número de identificación, expidiendo un certificado de las pruebas efectuadas.

? Conformidad con el tipo (anexo VI)

Es el procedimiento mediante el cual el fabricante o representante declara que los aparatos son conformes con el tipo objeto del Certificado de Examen CE de Tipo.

El fabricante o representante emitirá una declaración de conformidad al respecto, quien asegurará los medios de fabricación apropiados para tal fin, marcando cada aparato con el número de identificación del Organismo Notificado que ha supervisado las pruebas a realizar.

? Garantía de la calidad del producto (anexo VII)

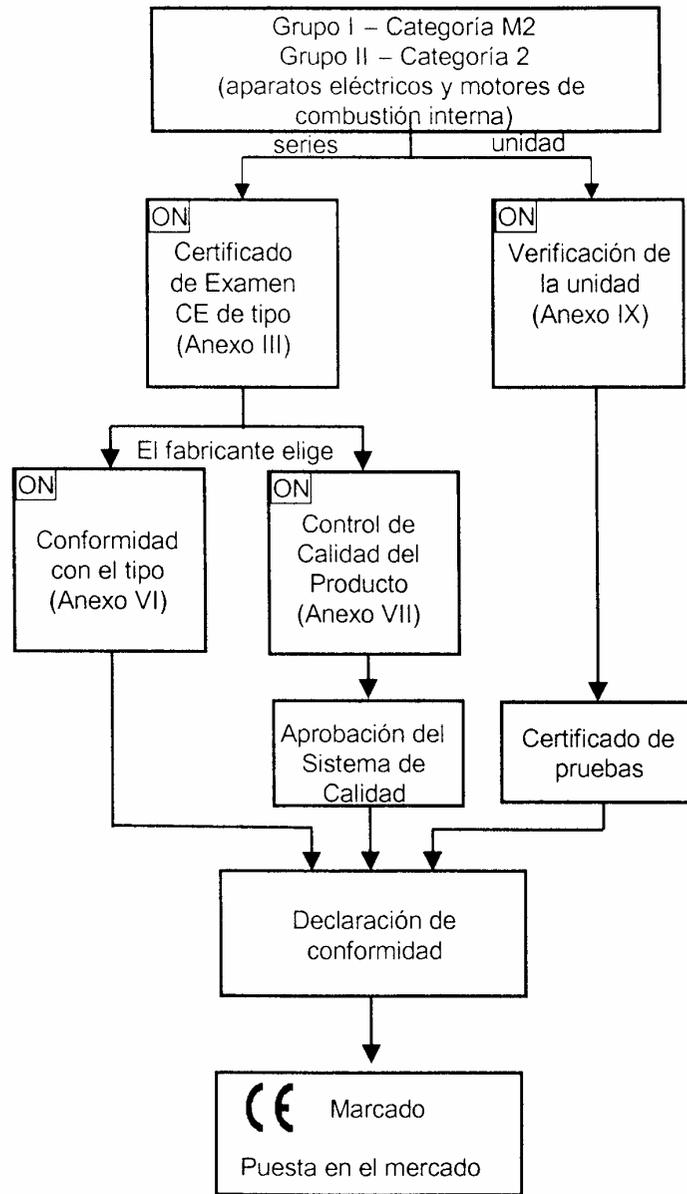
Es el procedimiento mediante el cual el fabricante empleará un sistema de calidad aprobado basado en la inspección final del producto. El fabricante declarará que los aparatos son conformes con el tipo objeto del Certificado de Examen CE de Tipo.

El sistema de calidad será evaluado por un Organismo Notificado, que efectuará auditorías periódicas de verificación. La evaluación del sistema de calidad se recoge en un informe de la inspección. El fabricante marcará los productos con el número de identificación del Organismo Notificado a continuación de la marca CE.

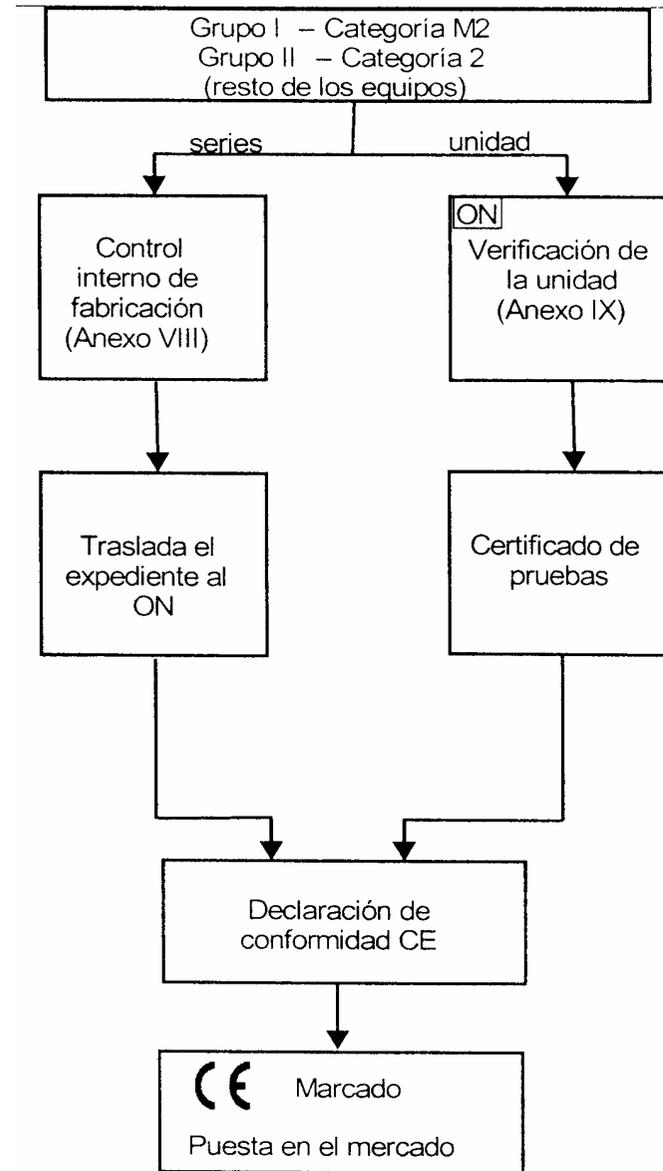
? **Control interno de la fabricación (anexo VIII)**

Es el procedimiento mediante el cual el fabricante o representante garantiza y declara que los aparatos cumplen con los requisitos aplicables de la directiva.

El fabricante adoptará todas las medidas necesarias para que el proceso de fabricación garantice la conformidad de los aparatos con los requisitos aplicables.

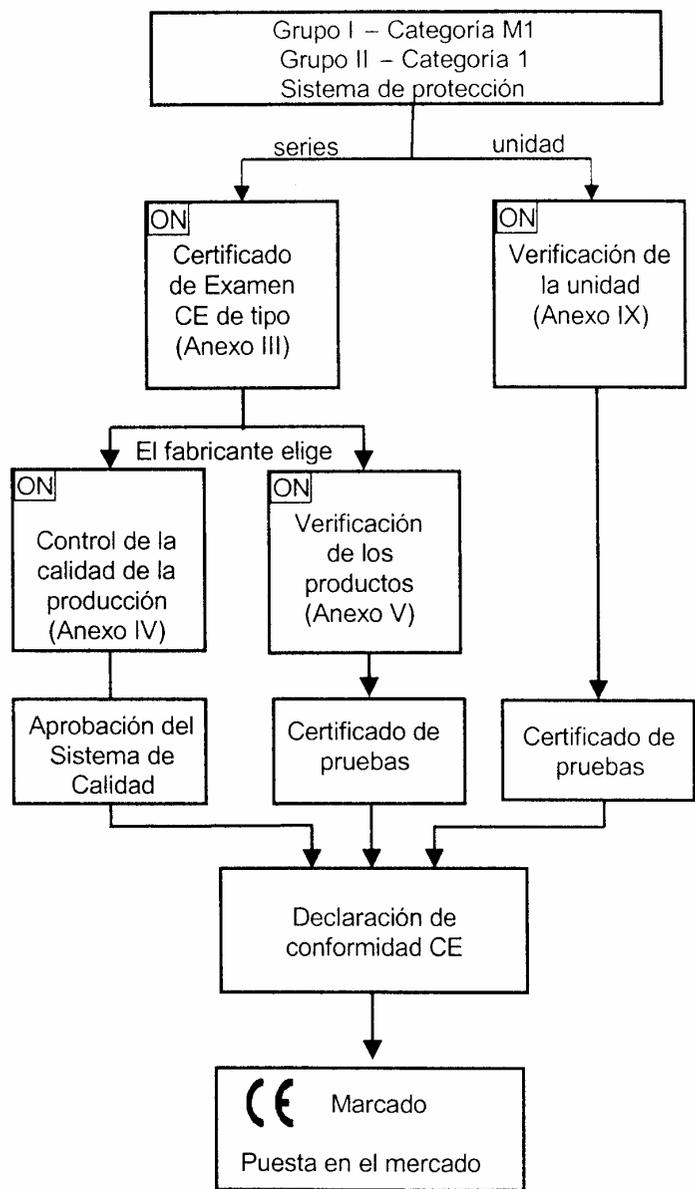


ON = Actuación del Organismo Notificado

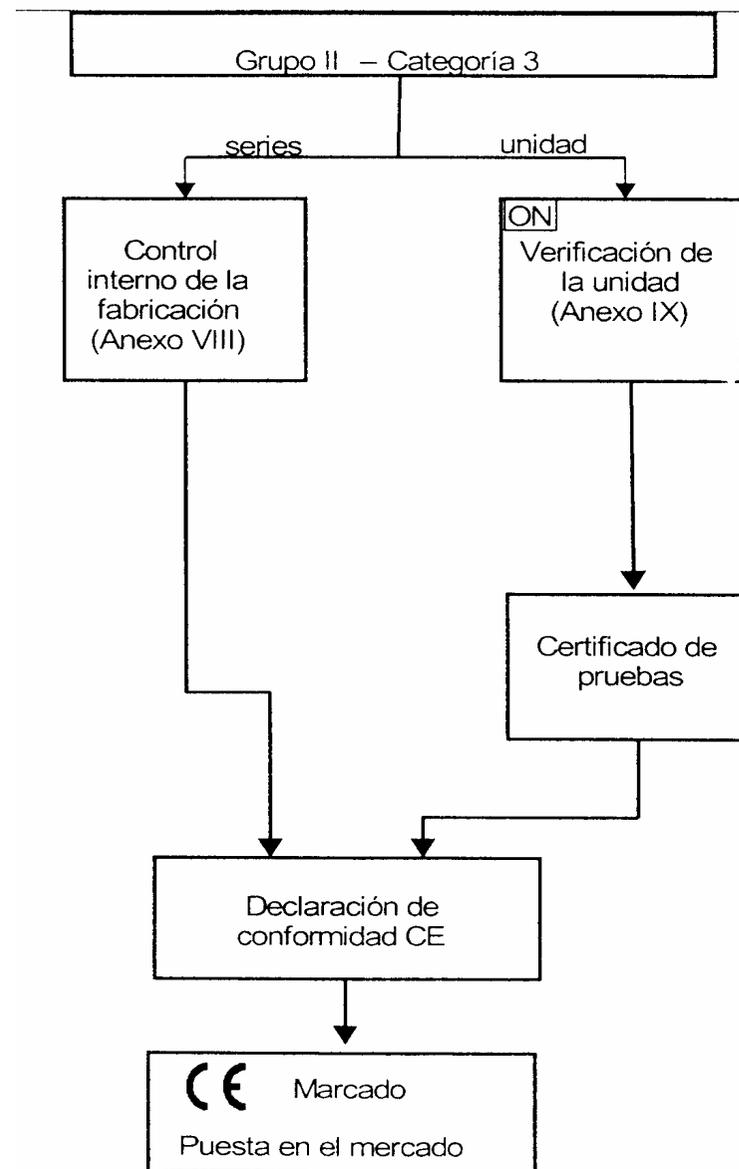


ON = Actuación del Organismo Notificado





ON= Actuación del Organismo Notificado



ON= Actuación del Organismo Notificado



¿Cómo están marcados los equipos ATEX?

La directiva establece cómo han de marcarse los equipos. Adicionalmente, las normas de aplicación podrán señalar el marcado “normativo” previsto para los aparatos.

El **marcado según directiva** consistirá en el símbolo CE, seguido en algunos casos del número de identificación del Organismo Notificado involucrado en la etapa para el aseguramiento del control de la producción o de las pruebas por unidad. No se dispondrá de este símbolo en el marcado de componentes.

El marcado se complementa con la marca distintiva de material para atmósferas explosivas, seguido de la indicación del Grupo, Categoría y la indicación relativa a gases (G) y/o polvo (D) (aparatos del Grupo II), tal como se muestra en el siguiente ejemplo:



Adicionalmente, el **marcado normativo** podrá establecer el código específico del modo o modos de protección, tal y como ya se utilizaba. Ejemplo de esto sería:

EEx ia IIC T6

También se incorporarán en el marcado, al menos, los siguientes campos:

- ✍ nombre o marca comercial y dirección del fabricante
- ✍ designación de la serie o el tipo
- ✍ el número de serie (si existe)
- ✍ el año de fabricación
- ✍ cualquier indicación indispensable para la utilización segura del aparato.

¿Qué requisitos son necesarios para la puesta en el mercado?

Los aparatos y sistemas de protección previstos para ser comercializados en la Unión Europea deberán estar marcados de acuerdo a lo expuesto en el punto anterior y suministrarse la Declaración de Conformidad CE, emitida por el fabricante o representante legal. Dicha declaración se realizará conforme a la directiva 94/9/CE y a todas aquellas otras directivas aplicables al aparato en cuestión.

También se adjuntará con cada unidad suministrada un manual de instrucciones, en la versión original y en el idioma del usuario que, al menos, deberá incluir:

- ? Instrucciones de seguridad relativas a la puesta en servicio, uso, montaje y desmontaje, mantenimiento y reparación, instalación y ajuste.
- ? Información relativa al marcado y a la facilitación del mantenimiento.
- ? Cuando proceda, indicación de las zonas peligrosas de alivio de presión, las relativas a la formación del usuario, los detalles acerca de la utilización en el lugar y en las condiciones previstas, los parámetros o magnitudes o valores límite del aparato y las condiciones especiales de utilización.
- ? Todas aquellas instrucciones, planos y esquemas que resulten útiles desde el punto de vista de la seguridad.

¿Qué modos de protección existen para los equipos ATEX?

- ? Para los equipos eléctricos pueden emplearse los siguientes modos de protección:

Método	Modos
Confinar la explosión	<i>d</i>
Separar la atmósfera explosiva de la fuente energética	<i>p m q o nR nC</i>
Reducir la energía o impedir chispas o arcos	<i>e ia ib nA nC</i>



MODO DE PROTECCIÓN	SÍMBOLO	CATEGORÍA	NORMA
Envolvente antideflagrante	d	cat. M2, 2, 3	UNE-EN 50.018
Presurización	p	cat. M2, 2, 3	UNE-EN 50.016
Encapsulado	m	cat. M2, 2, 3	UNE-EN 50.028
Relleno pulverulento	q	cat. M2, 2, 3	UNE-EN 50.017
Inmersión en aceite	o	cat. M2, 2, 3	UNE-EN 50.015
Seguridad aumentada	e	cat. M2, 2, 3	UNE-EN 50.019
Seguridad intrínseca (equipos)	ia ib	cat. M1, M2, 1, 2, 3	UNE-EN 50.020
Seguridad intrínseca (sistemas)	SYS	cat. M1, M2, 1, 2, 3	UNE-EN 50.039
Simplificado	n A/C/R	cat. 3	UNE-EN 50.021
Especial	s	cat. M2, 2, 3	-
Reglas Generales	-	-	UNE-EN 50.014

? Para los equipos mecánicos (no eléctricos) pueden emplearse los siguientes modos de protección:

Método	Modos
Confinar la explosión	d
Separar la atmósfera explosiva de la fuente energética	fr p k
Reducir la energía o impedir chispas o arcos	c g b



MODO DE PROTECCIÓN	SÍMBOLO	CATEGORÍA	NORMA
Envolvente de respiración restringida	<i>fr</i>	cat. 3	EN 13463-2
Envolvente antideflagante	<i>d</i>	cat. M2, 2, 3	EN 13463-3
Seguridad inherente	<i>g</i>	cat. M2, 1, 2, 3	EN 13463-4
Seguridad constructiva	<i>c</i>	cat. M2, 1, 2, 3	EN 13463-5
Control de fuentes de ignición	<i>b</i>	cat. M2, 2, 3	EN 13463-6
Presurización	<i>p</i>	cat. M2, 2, 3	EN 13463-7
Inmersión en líquido	<i>k</i>	cat. M2, 2, 3	EN 13463-8

¿A partir de qué fecha es obligatorio el marcado ATEX?

Las disposiciones y obligaciones de la Directiva ATEX 100 se aplican individualmente a cada producto que por primera vez es puesto en el mercado a partir del **30 de Junio de 2003**, con independencia de la fecha y lugar de fabricación. Sólo podrán circular con entera libertad en el territorio de la UE y utilizarse debidamente en el entorno previsto si cumplen la Directiva ATEX 100.



¿Qué tipos de instalaciones se consideran ATEX?

- ? Se consideran ATEX los emplazamientos con gases, vapores o nieblas en cantidad suficiente para producir atmósferas explosivas o inflamables. Por ejemplo:
- ✘ Lugares donde se trasvasen líquidos volátiles inflamables de un recipiente a otro.
 - ✘ Garajes y talleres de reparación de vehículos, excepto privados.
 - ✘ Interior de cabinas de pintura con pistolas de pulverización y su entorno cercano.
 - ✘ Secaderos de material con disolventes inflamables.
 - ✘ 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 con líquidos inflamables.
 - ✘ Instalaciones donde se produzcan, manipulen, almacenen o consuman gases inflamables.
 - ✘ Salas de bombas o compresores para gases o líquidos inflamables.
 - ✘ Interiores de refrigeradores y congeladores con materias inflamables en recipientes abiertos o poco consistentes.
- ? Se consideran ATEX los emplazamientos con polvos y fibras (cereales, grano y derivados, almidón, heno y fertilizantes, azúcar, cacao, leche y huevo en polvo, especias y harinas, carbón y coque, azufre, productos metálicos, rayón y otras fibras sintéticas, algodón, etc.) en cantidad suficiente para producir atmósferas explosivas o inflamables. Por ejemplo:
- ✘ Zonas de trabajo, manipulación y almacenamiento de las industrias alimentarias, químicas y farmacéuticas.
 - ✘ Emplazamientos de pulverización de carbón y de su utilización subsiguiente.
 - ✘ Plantas de coquización.
 - ✘ 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 (sacos o contenedores).
 - ✘ Zonas de tratamiento de textiles, como algodón.
 - ✘ Plantas de fabricación y procesado de fibras.
 - ✘ Plantas desmotadoras de algodón.
 - ✘ Plantas de procesado de lino.
 - ✘ Talleres de confección.
 - ✘ Industrias de procesado de madera, tales como carpinterías.

¿Qué reglamentación afecta a las instalaciones ATEX?

La Directiva 1999/92/CE (ATEX 137), transpuesta al orden jurídico español mediante el R.D. 681/2003, constituye la base legal para garantizar la protección de la seguridad y salud de los trabajadores expuestos a atmósferas explosivas.

Prevista por la Directiva 94/9/CE (ATEX 100) como complementaria relativa a los peligros de explosión, se deriva de la 89/391/CEE, Directiva Marco de Seguridad, Salud e Higiene, la cual ha dado lugar a la ley de Prevención de Riesgos Laborales. Con esto nos podemos hacer una idea de la trascendencia que se espera de la nueva Directiva 1999/92/CE, denominada ATEX 137, que constituye el complemento social sobre protección de la seguridad en atmósferas explosivas.

Entre sus características genéricas se pueden destacar las siguientes:

- ? Las industrias extractivas quedan fuera de su ámbito de aplicación.
- ? Se cita expresamente la necesidad de protección contra llamas, presiones y productos de reacción nocivos.
- ? Es necesario elaborar y mantener un documento de protección contra explosiones
- ? Se deben coordinar los trabajadores de diferentes empresas en el mismo lugar de trabajo
- ? Es necesario prever medidas adicionales cuando se produzca la ignición
- ? Se debe establecer una clasificación de los emplazamientos en zonas.

¿Cuáles son las obligaciones del empresario?

Son obligaciones del empresario:

- ? Impedir la formación de atmósferas explosivas.
- ? Evitar la ignición de atmósferas explosivas.
- ? Atenuar los efectos perjudiciales de una explosión.

Estas medidas se combinarán o completarán, cuando sea necesario, con medidas contra la propagación de las explosiones.



Siguiendo el mismo principio que la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, se establece como obligación del empresario la evaluación concreta de los riesgos de explosión, teniendo en cuenta, al menos:

- ? La probabilidad de formación y la duración de atmósferas explosivas.
- ? La probabilidad de la presencia y activación de focos de ignición, incluidas las descargas electrostáticas.
- ? Las instalaciones, las sustancias empleadas, los procesos industriales y sus posibles interacciones.
- ? Las proporciones de los efectos previsibles.

Se tendrán en cuenta no sólo los emplazamientos en los que se pueda crear una atmósfera explosiva, sino también los lugares que estén o puedan estar en contacto con ellos mediante aperturas, conductos, etc.

¿Qué documentos deben desarrollarse?

Es también obligación del empresario la elaboración de un **documento de protección contra explosiones**, que además se debe mantener actualizado. Ese documento debe reflejar:

- ? Que se han determinado y evaluado los riesgos de explosión.
- ? Que se tomarán medidas adecuadas para la protección.
- ? Que las áreas han sido clasificadas en zonas de conformidad.
- ? Las áreas en las que se aplicarán los requisitos mínimos de seguridad citados posteriormente.
- ? Que el lugar y los equipos de trabajo, incluidos los sistemas de alerta, están diseñados y se utilizan y mantienen teniendo en cuenta la seguridad.

Este documento se debe elaborar antes de que comience el trabajo y se revisará siempre que se efectúen modificaciones, ampliaciones o transformaciones importantes en el lugar de trabajo, en los equipos o en la organización del trabajo.



¿Cómo debe realizarse la evaluación de riesgos en atmósferas explosivas?

Los pasos fundamentales son:

- ? **Identificación de peligros:** el punto fundamental es el conocimiento de los datos de seguridad de las materias y sustancias.
- ? **Posibilidad de formación de atmósfera explosiva:** se trata de valorar la probabilidad de existencia de la atmósfera explosiva. Si no se puede valorar, se debe suponer que está siempre presente.
- ? **Presencia y probabilidad de fuentes de ignición:** se genera una lista de posibles fuentes de ignición eficaces para iniciar una explosión.
- ? **Efectos posibles:** deben valorarse todos los condicionantes sobre los efectos producidos por una explosión.
- ? **Estimación del riesgo:** no sirven recetas generales, sino que debe analizarse cada caso particular.
- ? **Medidas para reducir los riesgos:** principios y métodos para eliminar o reducir el riesgo.

¿Qué datos de las sustancias se deben conocer?

Las materias y sustancias implicadas en la instalación deben analizarse completamente para conocer las características de las atmósferas explosivas: el riesgo de ignición es diferente en función de sus propiedades y sus características o datos de seguridad. En particular deben conocerse o determinarse:

- ? Las características de combustión: punto de destello, límites inferior y superior de explosividad, concentración límite de oxígeno, concentración mínima explosiva, temperatura de autoignición de sólidos, susceptibilidad y estabilidad térmicas.
- ? Las características de ignición: energía mínima de inflamación, temperatura mínima de inflamación en capa y en nube.
- ? El comportamiento de la explosión: presión máxima de explosión, velocidad máxima de aumento de presión, K_{max} , intersticio experimental máximo de seguridad.



¿Qué debe analizarse para estimar la presencia de atmósfera explosiva?

Los elementos para estimar la probabilidad de formación de atmósfera explosiva son:

- ? **Presencia de sustancia inflamable:** hay numerosas sustancias gaseosas, líquidas y sólidas que es bien sabido que resultan inflamables y dan lugar a riesgos. Sin embargo en los procesos industriales aparecen frecuentemente nuevos compuestos (productos finales, subproductos, residuos) cuyas características se desconocen y que deben estudiarse para comprobar si pueden generar situaciones de riesgo.
- ? **Grado de dispersión de la sustancia:** las atmósferas explosivas se forman cuando se mezclan las sustancias inflamables sólidas, líquidas o gaseosas con el aire en determinadas proporciones. Para las nieblas y los polvos, se considera que se puede formar un grado suficiente de dispersión para formar una atmósfera explosiva si el tamaño de las gotitas o de las partículas es inferior a 1 mm. Un gas puro confinado o un sólido pulverulento depositado en forma de capa no representan el mismo riesgo que cuando están dispersos en la atmósfera.
- ? **Concentración en el aire:** existen unos límites de concentración de las sustancias inflamables en el aire entre los cuales se tiene una atmósfera explosiva. Mantenerse fuera de esos límites puede ser adecuado en ciertas operaciones o procesos para evitar el riesgo de atmósfera explosiva. Los límites de explosividad definen el intervalo de explosividad, que aumenta con la presión y la temperatura. Los aerosoles y las nieblas de líquidos combustibles pueden formar una atmósfera explosiva a temperaturas menores que su punto inferior de explosividad. Los límites de explosión para polvos no tienen el mismo significado que los de los gases y vapores. Las nubes de polvos no son, en general, homogéneas. La concentración de polvo puede variar mucho debido al polvo depositado y a su dispersión de nuevo en la atmósfera. Siempre se debe considerar que existe la posibilidad de que se forme una atmósfera explosiva cuando se producen depósitos de polvo combustible.
- ? **Cantidad suficiente para producir daños o lesiones:** es obvio que hace falta una cierta cantidad mínima de materia disponible para que los efectos de una explosión sean medibles, además de otros condicionantes que se considerarán posteriormente para evaluar el alcance de tales efectos.

¿Qué fuentes de ignición se deben considerar?

Entre las fuentes de ignición consideradas como capaces de iniciar una atmósfera explosiva se encuentran las siguientes:

- ✘ Superficies calientes
- ✘ Llamas, gases y partículas calientes
- ✘ Chispas de origen mecánico
- ✘ Material eléctrico
- ✘ Corrientes eléctricas parásitas
- ✘ Electricidad estática
- ✘ Rayo
- ✘ Ondas electromagnéticas de RF (10^4 Hz a 3×10^{12} Hz)
- ✘ Ondas electromagnéticas de 3×10^{11} Hz a 3×10^{15} Hz
- ✘ Radiación ionizante
- ✘ Ultrasonidos
- ✘ Compresión adiabática y ondas de choque
- ✘ Reacciones exotérmicas, incluyendo autoignición de polvos

¿Cómo se clasifican las zonas?

El empresario deberá clasificar en zonas las áreas en las que pueden formarse atmósferas explosivas². Se considerarán zonas sin riesgo aquéllas en las que no cabe esperar la formación de atmósferas explosivas. Para las zonas con riesgo se establecen tres niveles de probabilidad de formación de atmósfera explosiva:

- ? Zona 0 (gases) o Zona 20 (polvos): atmósfera explosiva presente frecuentemente.
- ? Zona 1 (gases) o Zona 21 (polvos): formación ocasional.
- ? Zona 2 (gases) o Zona 22 (polvos): condiciones anormales, sólo breve tiempo.

Las zonas se clasifican en función de las fuentes de escape, que son puntos o localizaciones por donde la sustancia combustible puede escapar y formar una mezcla explosiva con el aire. Según la frecuencia del escape se clasifican en:

- ? Grado de escape continuo: fuente de escape que origina una atmósfera explosiva que puede existir continuamente, o puede esperarse que permanezca durante largos períodos o durante cortos períodos pero muy frecuentes.
- ? Grado de escape primario: fuente de escape que puede esperarse periódica u ocasionalmente durante el funcionamiento normal

² La norma **UNE-EN 60079-10** establece una metodología para la clasificación de emplazamientos peligrosos cuando la sustancia inflamable se presenta en fase fluida, y la norma **UNE-EN 50281-3** lo hace cuando la sustancia inflamable se presenta en fase sólida.

- ? Grado de escape secundario: fuente inesperada durante el funcionamiento normal y, si genera escape, es probable que lo haga infrecuentemente o por cortos periodos de tiempo

Presencia de atmósfera explosiva	Gases	Polvos
Permanente, prolongada o frecuente	Zona 0	Zona 20
Ocasional en condiciones normales	Zona 1	Zona 21
Anormalmente y, en dicho caso, brevemente	Zona 2	Zona 22
No esperable	Zona sin riesgo	

¿Cómo se relacionan las zonas de riesgo con los equipos ATEX?

El objetivo es que en las zonas donde la probabilidad de atmósfera explosiva es más elevada, resulte menor la probabilidad de que se active una fuente de ignición. El siguiente cuadro muestra la relación entre zonas y equipos.

ATEX 100 (Fabricante vende)		ATEX 137 (Usuario define)	
Nivel de protección	Categoría	Existencia de atmósfera explosiva	Categoría
MUY ALTO	1	Áreas de trabajo con atmósfera explosiva persistente	0 20
ALTO	2	Probable de forma ocasional	1 21
NORMAL	3	No es probable o poco duradera	2 22



¿Cómo se puede eliminar o reducir el riesgo?

Los tres principios fundamentales de la prevención y protección contra explosiones se basan en evitar las condiciones necesarias para que se produzca una explosión (coincidencia de una atmósfera explosiva y una fuente de ignición efectiva) y evitar los efectos previsibles de una explosión:

a) Prevención:

- ? Evitar las atmósferas explosivas
- ? Evitar cualquier posible fuente de ignición efectiva

b) Protección:

- ? Limitar los efectos de la explosión a un nivel aceptable

Para seleccionar y definir las medidas de prevención y protección contra las explosiones se debe realizar un estudio de seguridad en el que es necesario tener en cuenta el funcionamiento normal de la instalación, incluyendo paradas y arranques, además de las posibles anomalías, disfuncionamientos y mal uso previsible. La aplicación de tales medidas requiere un conocimiento profundo de las situaciones industriales y una experiencia suficiente, por lo que es recomendable acudir al asesoramiento de expertos.

Los principales métodos para reducir o eliminar el riesgo se pueden agrupar de la siguiente forma:

- ? **Eliminación o reducción de la cantidad de atmósfera explosiva:** se trata de minimizar el riesgo limitando en lo posible la atmósfera explosiva. Eso se puede conseguir mediante diferentes alternativas, como son la sustitución o reducción de la cantidad de sustancias capaces de formar la atmósfera explosiva, la limitación de la concentración de sustancia peligrosa, la inertización por medio de gases inertes, vapor de agua o sustancias en polvo inertes compatibles con los productos procesados, el diseño de aparatos y componentes, incluyendo los materiales adecuados y las juntas para la limitación de fugas de sustancias inflamables, la dilución por ventilación en el caso de gases y vapores inflamables y la selección, diseño y construcción de aparatos y componentes para evitar las acumulaciones de polvo.

- ? **Clasificación de emplazamientos:** en función de la frecuencia con la que se produce y la duración de una atmósfera explosiva, los emplazamientos peligrosos se clasifican en zonas. Cuando las sustancias combustibles se presentan en forma de gases, vapores o nieblas, los emplazamientos se clasifican en tres tipos de zonas: zona 0, zona 1 y zona 2, por orden decreciente de probabilidad de existencia y duración de la atmósfera explosiva. Los emplazamientos donde se pueden formar atmósferas explosivas por polvo se clasifican análogamente en tres tipos de zonas: zona 20, zona 21 y zona 22.
- ? **Construcción de aparatos sin fuentes de ignición:** se puede reducir la probabilidad de que se produzcan fuentes de ignición efectivas mediante un diseño y construcción apropiados de los aparatos, sistemas de protección y componentes y también mediante dispositivos de medición y control apropiados. Las medidas de protección constructivas se deben aplicar en función de la probabilidad de formación y duración de las atmósferas explosivas, es decir, según el tipo de zona para el que se diseñe. Así, se establecen tres categorías (dos en el caso de las minas subterráneas) de aparatos diseñados para trabajar en emplazamientos en los que se produzcan atmósferas explosivas: categoría 1, categoría 2 y categoría 3 por orden decreciente del nivel de protección proporcionado (muy alto, alto o normal, respectivamente).
- ? **Reducción de los efectos:** para limitar los efectos de una explosión a un nivel seguro se pueden aplicar diferentes medidas, como la construcción de aparatos de manera que puedan resistir a una explosión interna sin romperse, en sus dos modalidades (construcción resistente a la presión de explosión y construcción resistente al choque de la presión de explosión), la descarga de la explosión mediante venteos o aberturas (dotadas de discos de rotura, paneles o válvulas de explosión) suficientes para evitar la destrucción de los aparatos, el empleo de sistemas de supresión que impiden que la explosión alcance su presión máxima debido a la inyección rápida de agentes extintores en el aparato o componente, o mediante la utilización de sistemas de aislamiento y desconexión pasivos o activos capaces de impedir la propagación de las explosiones por canalizaciones, líneas de proceso, respiraderos, etc.
- ? **Disposiciones para medidas de emergencia:** se pueden requerir medidas especiales de emergencia para la prevención y protección, como por ejemplo la parada de emergencia de la instalación, el vaciado de emergencia de partes de la instalación, la parada de la circulación de productos entre diferentes partes de la instalación o la limpieza de partes de la instalación mediante sustancias apropiadas.

¿Qué medidas adicionales deben tomarse para reducir el riesgo de explosión?

Entre las medidas destinadas a mejorar la seguridad, se incluyen medidas organizativas (formación de los trabajadores, instrucciones por escrito y permisos de trabajo) y medidas de protección contra explosiones:

- ? Todo escape debe ser desviado o evacuado hacia un lugar seguro o controlado.
- ? Cuando haya varios tipos de productos, las medidas de protección se ajustarán al mayor riesgo potencial.
- ? Se deben considerar las descargas electrostáticas.
- ? Es aplicable a equipos, aparatos, sistemas de protección y conexiones, incluso no afectados por la Directiva 94/9/CE ATEX 100.
- ? Se debe impedir la propagación de la explosión.
- ? Se incorporarán alarmas ópticas y acústicas reconocibles por los trabajadores.
- ? Se dispondrán y mantendrán salidas de emergencia para la evacuación rápida de lugares amenazados.
- ? Se debe realizar una verificación inicial³ de la seguridad en las instalaciones.
- ? Los equipos y sistemas de protección deben proporcionar un funcionamiento seguro en caso de corte de energía.
- ? Las operaciones de mantenimiento y reparación⁴ de equipos de los que depende la seguridad, deben realizarse con procedimientos que mantengan el nivel de seguridad de los equipos originales.

³ La norma **UNE-EN 60079-17**, recogida en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, establece una metodología para la realización de las verificaciones de este tipo de instalaciones.

⁴ La norma **UNE 202003-19**, recogida en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, establece una metodología para la realización de reparaciones de equipos con modo de protección.

¿Cómo se adecúan los equipos e instalaciones a las Directivas ATEX?

- ? Las instalaciones puestas en marcha después del 30 de junio del 2003 deberán cumplir con las disposiciones mínimas de la Directiva.
- ? Las instalaciones puestas en marcha antes del 30 de junio del 2003 tendrán un plazo de tres años para cumplir las disposiciones mínimas de la Directiva. Si después de esta fecha se realizan sobre la instalación modificaciones o ampliaciones, estas deberán cumplir con las disposiciones mínimas de la Directiva.

Salvo referencia expresa en el documento de protección contra explosiones, los equipos que se vayan a instalar en las diferentes zonas, se elegirán de acuerdo a las categorías que define la directiva 94/9/CE:

Directiva 1999/92/CE		Directiva 94/9/CE
ZONA 0	ZONA 20	CATEGORÍA 1
ZONA 1	ZONA 21	CATEGORÍA 1 o 2
ZONA 2	ZONA 22	CATEGORÍA 1 o 2 o 3

Para los equipos eléctricos que ya están a disposición de los trabajadores e instalados en emplazamientos de Clase I, y que no disponen del marcado CE, pero sí de un certificado de conformidad europeo conforme a la directiva del viejo enfoque 76/117/CEE, una posible interpretación aplicable a la hora de la adecuación a las exigencias de la directiva, sería la que se recoge en el cuadro siguiente:

Directiva 1999/92/CE	Directiva 76/117/CEE
ZONA 0	ia
ZONA 1	d, e, ia, ib, m, o, p, q
ZONA 2	n

Para los equipos eléctricos que ya están a disposición de los trabajadores e instalados en emplazamientos de Clase II, no hay una referencia reglamentaria o de normativa previa. Una posible interpretación aplicable a la hora de la adecuación a las exigencias de la directiva, seguiría las líneas generales siguientes:

- ? La envolvente del equipo debe garantizar un grado de IP5X (zona 22) o IP6X (zona 21 o zona 20). Se entiende por "Grado de protección" (IP) de una envolvente de un material eléctrico el nivel de resistencia de dicha envolvente frente al ingreso de cuerpos sólidos (primera cifra) y agua (segunda cifra). Esta clasificación no tiene nada que ver



con su protección frente a explosiones, aunque es normal que a los equipos dotados de un determinado "modo de protección" frente a atmósferas explosivas se les exija también un cierto "grado de protección". Un caso particular lo constituyen las envolventes que contienen materiales o equipos de seguridad aumentada "e", cuya eficacia frente a explosiones depende directamente de la calidad de dicha envolvente para impedir que el ambiente externo comprometa la seguridad frente a una explosión.

- ? La temperatura máxima superficial debe ser menor que 2/3 de la temperatura de inflamación en nube o 75 K menor que la temperatura de ignición en capa. En caso de usar equipos con modo de protección para Clase I, los equipos que se vayan a emplear serían de la clase de temperatura T6, T5 y en algún caso T4.

En cuanto a los equipos mecánicos que se vayan a instalar tanto en emplazamientos Clase I como Clase II, la adecuación de nuevos equipos podría ser la siguiente:

Directiva 1999/92/CE	Directiva 94/9/CE
ZONA 0 o ZONA 20	g, c
ZONA 1 o ZONA 21	d, b, p, k
ZONA 2 o ZONA 22	fr

La adecuación de los equipos mecánicos existentes en instalaciones puestas en marcha con anterioridad a la entrada en vigor de la Directiva 1999/92/CE podrá conseguirse incluyéndolos dentro del documento de protección contra explosiones y analizando los riesgos de explosión de cada equipo particular que forme parte de la instalación, sustituyendo sólo aquéllos en los que, para la zona donde se encuentra instalado, no sea posible conseguir el nivel de protección requerido.

¿Qué directivas son aplicables a instalaciones en minería?

La Directiva 94/9/CEE contempla tanto los equipos destinados al uso industrial como el relativo a las industrias extractivas, sin embargo, la Directiva 1999/92/CE relativa a la seguridad de los trabajadores en atmósfera con riesgo de explosión, quedan excluidas, según su artículo 1, las industrias extractivas por estar ya contemplados estos riesgos en sus directivas específicas, las Directivas 92/104/CEE y 92/91/CEE.

La **Directiva 92/104/CEE**, transpuesta a la legislación española mediante el R.D. 1389/1987, que se aplica a las industrias extractivas a cielo abierto o subterráneas, así como a las dependencias de superficie, especifica que el empresario tiene la obligación de:

- ? Tomar las medidas necesarias para prevenir, detectar y combatir el inicio y la propagación de incendios y explosiones.
- ? Evitar la formación de atmósferas explosivas.

Se citan, además, las medidas necesarias para minimizar los riesgos de explosión, destacando las siguientes actuaciones:

- ? Plan de prevención contra explosiones en el que se aclaren los equipos a utilizar y las medidas a tomar en caso de accidente.
- ? Formación de los trabajadores en el manejo de los equipos de auxilio.
- ? Si es necesario deberán instalarse los equipos de medida de concentración de gas necesarios, equipos de alarma, sistemas de desconexión automática de sistemas eléctricos y sistemas de parada automática de motores de combustión interna.
- ? Elaboración de normas regulando los trabajos y comportamientos, con los que se pueda aportar una posible fuente de ignición

Entre las disposiciones mínimas especiales aplicables a las industrias extractivas subterráneas, se considera que las minas con grisú deben cumplir los siguientes requisitos para disminuir el riesgo de explosión:

- ? Asegurar la ventilación principal con uno o varios ventiladores mecánicos.
- ? La ventilación secundaria sólo se restringirá a labores de preparación y trabajos de recuperación y a locales que comuniquen directamente a la ventilación principal. Con medidas complementarias, que garanticen la seguridad, se puede emplear la ventilación secundaria en labores de explotación.
- ? Instalación de controles grisúométricos.



- ? Se podrá exigir la medición de grisú en el retorno de la ventilación de las labores de arranque mecanizado y de explotación por sutiraje, así como en la zona de los frentes de avance mecanizado en fondo de saco.
- ? Los explosivos y artificios de voladura sólo serán los preparados a tal efecto.
- ? Prohibición de fumar o tener objetos susceptibles de ser fuentes de ignición.
- ? Sólo se podrán llevar a cabo trabajos de soldadura siguiendo las medidas adecuadas para evitar el riesgo de explosión.

Igualmente, se considera que las minas con polvos inflamables deben cumplir los siguientes requisitos para disminuir el riesgo de explosión:

- ? Medidas para la reducción, eliminación o fijación de los depósitos de polvos inflamables.
- ? Implantación de sistemas de barreras de extinción que limitan la propagación de una explosión.

Se considera de forma especial el caso de desprendimientos instantáneos de grisú, para el que habrá que desarrollar un plan de explotación adecuado, que garantice la seguridad de los trabajadores.

La determinación de los niveles de riesgo es por tanto una tarea compleja y que difiere para cada mina e incluso para cada cuartel si las condiciones varían dentro de la misma mina. Cuando en determinados emplazamientos se superen los límites reglamentarios de grisú, se deberá parar toda actividad, desenergizando todos los equipos a excepción de aquellos cuya no utilización supondría un aumento del riesgo para los trabajadores, y que deberán ser de categoría M1.

El límite reglamentario de contenido en metano en el ambiente para la desconexión de los equipos eléctricos es con carácter general del 1,5 %, pero ciertas labores pueden tener un límite inferior por prescripción de la Autoridad Minera o las Disposiciones Internas de Seguridad (DIS) de la empresa.

El actual Reglamento General de Normas Básicas de Seguridad Minera, establece que los únicos equipos eléctricos que pueden seguir en tensión después de superarse dicho límite, son la lámpara de casco y los equipos (circuitos) de medida, control y comunicaciones realizados en seguridad intrínseca.

La **Directiva 92/91/CEE**, traspuesta a la legislación española mediante el R.D. 150/1996, que trata sobre las disposiciones mínimas destinadas a mejorar la protección en materia de seguridad y salud de los trabajadores en las industrias



extractivas por sondeos, también contempla el riesgo inherente a una atmósfera explosiva y los medios para minimizar este riesgo.

Entre las obligaciones del empresario, se aclara que éste deberá tomar las medidas y precauciones apropiadas al tipo de explotación para:

- ? Prevenir, detectar y combatir el inicio y la propagación de incendios y explosiones.
- ? Evitar la formación de atmósferas explosivas y/o nocivas.

En las “Disposiciones mínimas comunes aplicables a los sectores en tierra y en el mar”, se describen las medidas para la protección contra las atmósferas nocivas y los riesgos de explosión, como son:

- ? Evaluar la presencia de sustancias nocivas y/o potencialmente explosivas.
- ? Disponer de sistemas de medición de dichas sustancias.
- ? Disponer de equipos de vigilancia automática ininterrumpida de concentración de gas, con un sistema de conservación de los registros.
- ? Dispositivos de alarma automática y sistemas de desconexión automática.
- ? Sistemas de parada automática de motores de combustión interna.

Más específicamente , para atmósferas explosivas se deberá también:

- ? Tomar las medidas necesarias para prevenir la aparición y formación de atmósferas explosivas.
- ? Tomar las medidas necesarias para impedir la inflamación de la atmósfera explosiva.
- ? Establecer un plan de prevención contra explosiones, en el que se indiquen los equipos y medidas necesarios.



En cuanto a la clasificación de las condiciones peligrosas, con carácter general para la industria minera, las medidas que se tomen deben cubrir tanto el riesgo del grisú como el del polvo. A diferencia de las industrias de superficie, se definen “*situaciones peligrosas*”, no “*zonas*” de dimensiones específicas:

- ? **Condiciones de riesgo 1 (atmósfera explosiva):** partes de la mina y de sus instalaciones de superficie amenazadas por grisú o por polvo inflamable. Incluye labores en las que se supera el LIE por ejemplo por rotura de los ventiladores, desprendimientos, incrementos de emisión de gas por pérdida de presión de aire o por aumento en la velocidad de arranque.
- ? **Condiciones de riesgo 2 (atmósfera potencialmente explosiva):** partes de la mina y de sus instalaciones de superficie que pueden verse amenazadas por grisú o por polvo inflamable. Incluye labores en las que el contenido en grisú está fuera de su rango de explosividad.

Finalmente, las medidas de protección aplicables son las mismas de industria de superficie, a las que se añaden algunas especiales para la minería, como los sistemas de supresión de explosión desplazables con el avance del frente de arranque, las barreras de explosión o las estructuras de ventilación a prueba de explosión.

BIBLIOGRAFÍA RECOMENDADA

MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGÍA. Real Decreto 400/1996 (B.O.E. 8/Abril/1996) sobre Aparatos y Sistemas de Protección para uso en Atmósferas Potencialmente Explosivas (Directiva 94/9/CE ATEX 100)

MINISTERIO DE LA PRESIDENCIA. Real Decreto 681/2003 (B.O.E. 18/Junio/2003) sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores expuestos a los riesgos derivados de atmósferas explosivas en el lugar de trabajo (Directiva 1999/92/CE ATEX 137)

GARCÍA TORRENT, J. Seguridad Industrial en Atmósferas Explosivas. Laboratorio Oficial J.M. Madariaga. 816 pág. Madrid, 2003.

AENOR. NORMAS UNE - Tomos 1 y 2. Equipos y sistemas de protección en atmosferas explosivas. 858 pág. Madrid, 2002.

