



GUÍA TÉCNICA PARA LA SEGURIDAD Y SALUD EN ATMÓSFERAS EXPLOSIVAS

Vol I

Con la financiación:



FUNDACIÓN
PARA LA
PREVENCIÓN
DE RIESGOS
LABORALES



ÍNDICE

Página

00. Introducción.....	6
01. Conceptos básicos. Definiciones.....	10
01.1. Conceptos básicos	10
01.2. Definiciones.....	21
02. Ámbito de aplicación.....	34
02.1. Introducción.....	34
02.2. Actividades afectadas.....	35
02.3. Actividades no afectadas.....	39
03. Evaluación de los riesgos de explosión.....	41
03.1. Introducción.....	41
03.2. Principios generales para la evaluación del riesgo de explosión	44
03.2.1. La probabilidad de formación y la duración de Atmósferas Explosivas	45
03.2.2. La probabilidad de la presencia y activación de focos de ignición	50
03.2.3. Las instalaciones, las sustancias empleadas, los procesos industriales y sus posibles interacciones	52
03.2.4. Las proporciones de los efectos previsibles	53

06. Requisitos para los equipos de trabajo.....	113
06.1. Introducción.....	113
06.2. Criterios para la elección de los equipos de trabajo.....	115
06.3. Ensamblado de los equipos de trabajo.....	120
07. Señalización de seguridad.....	121
07.1. Introducción.....	121
07.2. Señalización de zonas de riesgo de atmósferas explosivas	122
07.3. Señalización de seguridad y salud en el trabajo.....	123
07.4. Señalización de recipientes y tuberías.....	127
07.5. Señalización por colores de gases industriales contenidos en botellas.....	133
07.6. Etiquetado de las sustancias peligrosas.....	136
08. Obligación de coordinación.....	146
08.1. Introducción.....	146
08.2. Objetivos de la coordinación.....	147
08.3. Modalidades de coordinación.....	148
08.3.1. Concurrencia de trabajadores de varias empresas en un mismo centro de trabajo.....	149
08.3.2. Concurrencia de trabajadores de varias empresas en un centro de trabajo del que un empresario es titular..	150
08.3.3. Concurrencia de trabajadores de varias empresas en un centro de trabajo cuando existe un empresario principal.....	152
08.4. Medios de coordinación.....	154
08.5. Designación del coordinador de las actividades preventivas.....	155
08.6. Medidas de protección para la colaboración segura.....	156
09. Documento de protección contra explosiones.....	158
09.1. Introducción.....	158

09.2. Contenido del documento de protección contra explosiones.....	159
09.3. Elaboración del documento de protección contra explosiones.....	160
09.4. Estructura tipo de un documento de protección contra explosiones.....	161
09.4.1. Descripción del lugar de trabajo y de los sectores de actividad	162
09.4.2. Descripción de los procesos y/o actividades	162
09.4.3. Descripción de las sustancias utilizadas/parámetros de seguridad.....	163
09.4.4. Presentación de los resultados de la evaluación de riesgos.....	164
09.4.5. Medidas de protección adoptadas para la protección contra explosiones.....	165
09.4.6. Realización de las medidas de protección contra explosiones.....	167
09.4.7. Coordinación de las medidas de protección contra explosiones.....	167
09.4.8. Anexo del documento de protección contra explosiones.....	168

Anexo

00. INTRODUCCIÓN

La **Ley 31/1995**, de 8 de noviembre, de **Prevención de Riesgos Laborales**, determina el cuerpo básico de garantías y responsabilidades preciso para establecer un adecuado nivel de protección de la salud de los trabajadores frente a los riesgos derivados de las condiciones de trabajo, dejando al desarrollo de normas reglamentarias la fijación de las medidas mínimas que deben adoptarse para la adecuada protección de los trabajadores.

Dentro del concepto general de la protección de la seguridad y salud de los trabajadores, ocupa un lugar con entidad propia la protección de los mismos frente a los riesgos de explosiones, por los efectos graves que pueden tener.

Siempre nos ha conmocionado las grandes catástrofes ocurridas en el mundo. Entre éstas se encuentran las producidas por explosiones en las industrias como en el caso de, Texas City (EEUU) en 1947; Cubatao (Brasil) en 1984; Bhopal (India) en 1984; Acha Ufa (Rusia) en 1989; Toulouse (Francia) en 2001 y Hertfordsire (Gran Bretaña) en 2005 que han generado miles de muertos en total, pérdidas millonarias y daños verdaderamente graves para el medio ambiente.

En la Unión Europea cada año se producen más de 2000 explosiones de polvo o gas como consecuencia de su almacenamiento, manipulación y elaboración con materiales combustibles.

El riesgo de explosión, ya sea debida a gases/vapores inflamables o a polvos combustibles se da en los más diversos y variados procesos, afectando a múltiples sectores como pueden ser el agroalimentario, fabricación de muebles y procesado de maderas, textil, químico, reciclado, energético, biomasa, petroquímico, etc.

En caso de explosión, los trabajadores se hallan en peligro por los efectos de las llamas o presiones incontroladas en forma de radiación térmica, llamaradas, ondas de choque y proyección de cascotes, así como productos de reacción nocivos, y por falta de oxígeno para respirar.

En este marco las **Directivas ATEX** (ATmósfera EXplosiva) establecen las medidas necesarias para garantizar la seguridad frente a las explosiones. Como ATEX se conoce al conjunto de Directivas Europeas que regulan las atmósferas potencialmente explosivas.

Las Directivas Europeas han sido traspuestas a los derechos nacionales de los estados miembros, y son de obligado cumplimiento.

La protección de los trabajadores contra los riesgos que presenta el trabajar en una atmósfera explosiva está regulado actualmente en España por dos Reales Decretos.

El **Real Decreto 400/96**, de 1 de marzo, dicta las disposiciones de aplicación de la **Directiva** del Parlamento Europeo y del Consejo **1994/9/CE**, relativa a los aparatos y sistemas de protección para uso en atmósferas potencialmente explosivas (BOE nº 85, de 8 de abril). Hace referencia a los aparatos y sistemas de protección contra atmósferas explosivas, se aplica igualmente a los dispositivos de seguridad, control y reglaje destinados a utilizarse fuera de atmósferas potencialmente explosivas, pero que son necesarios o que contribuyen al funcionamiento seguro de los aparatos y sistemas de protección, en relación con los riesgos de explosión.

El **Real Decreto 681/2003**, de 12 de junio, dicta las disposiciones de aplicación de la **Directiva** del Parlamento Europeo y del Consejo **1999/92/CE**, relativa a la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores expuestos a los riesgos derivados de atmósferas explosivas en el lugar de trabajo (BOE nº 145, de 18 de junio). Fija como elementos relevantes la obligatoriedad de los empresarios de clasificar las áreas en las que puedan formarse atmósferas explosivas, la evaluación de los riesgos de explosión y la elaboración del Documento de Protección Contra Explosiones.

La presente Guía Técnica contempla en sus diferentes capítulos una serie de obligaciones del empresario; evaluar los riesgos de explosión, clasificar en zonas las áreas en las que puedan formarse atmósferas explosivas, prevenir las explosiones y proteger a los trabajadores contra éstas mediante diferentes medidas de carácter técnico u organizativo, coordinar cuando en un mismo lugar de trabajo se encuentren trabajadores de varias empresas, elaborar un documento de protección contra explosiones; con la finalidad de prevenir las explosiones y de proteger la salud y la seguridad de los trabajadores expuestos a los riesgos derivados de atmósferas explosivas.

01. CONCEPTOS BÁSICOS. DEFINICIONES

01.1. CONCEPTOS BÁSICOS

- Se define **atmósfera explosiva** como la mezcla con el aire, en condiciones atmosféricas, de sustancias inflamables en forma de gases, vapores, nieblas o polvos, en las que, tras una ignición, la combustión se propaga a la totalidad de la mezcla no quemada.
- Atmósfera potencialmente explosiva es aquella atmósfera que puede convertirse en explosiva debido a circunstancias locales y de funcionamiento.

- Para que una explosión se produzca, deben coincidir la atmósfera explosiva y un foco de ignición. Esto requiere tres condiciones simultáneas:
 - » 1ª CONDICIÓN: existencia de una sustancia combustible (gases, vapores, polvos o nieblas)
 - » 2ª CONDICIÓN: existencia de un comburente (oxígeno del aire) en un intervalo de concentración determinado
 - » 3ª CONDICIÓN: presencia de una fuente energética capaz de iniciar la reacción
- Eliminar una o más de las anteriores condiciones significa evitar una explosión.
- Son muy numerosas las instalaciones en la que se tratan o están presentes gases, vapores y polvos combustibles, como por ejemplo procesos químicos, manipulación de carbón, filtración de polvos, recuperación de vapores, manipulación y almacenamiento de grano, molido, etc., con el consiguiente riesgo de que se produzcan explosiones, que son origen de daños a las personas y a las instalaciones.
- A la explosión principal u origen es frecuente que la sucedan otras explosiones secundarias, que llegan a destruir todas las instalaciones ocasionando numerosas víctimas y cuantiosos daños materiales.

- Las posibilidades de que se produzcan tales pérdidas humanas y materiales, son razones suficientes para desarrollar medidas preventivas que reduzcan o eliminen el riesgo de explosión y medidas de protección que salven vidas y bienes en el caso de que la explosión se produzca.



Figura 01.1. Efectos de la explosión de polvo en un silo de maíz

- Una explosión puede tener origen químico, combustión rápida, produciendo ruido, calor y una expansión rápida de gases que origina una presión, siendo la velocidad de reacción una característica importante que determina el que la explosión se clasifique en deflagración o detonación.
 - En las **deflagraciones**, la velocidad en que el frente de llamas avanza es inferior a la velocidad del sonido; el tiempo que transcurre entre el inicio y la finalización de la misma, aunque

parezca virtualmente instantánea, es finito y típicamente comprendido entre 100 y 200 milisegundos.

- En el caso de las **detonaciones**, contrariamente, dicha velocidad es mucho más elevada, superando la velocidad del sonido.
- Tras iniciarse la combustión la llama se propaga por el producto combustible no quemado, incluso a contracorriente del flujo normal del proceso, generándose una onda de presión por delante del producto combustible en llamas, y que se desplaza a una velocidad superior a la de la llama pero inferior a la velocidad del sonido, es decir se produce una deflagración. Factores tales como la turbulencia y el incremento de la superficie de la llama aceleran el frente de llamas, y si se permite continuar y hay suficiente aire y combustible, se superara la velocidad del sonido apareciendo la detonación. Tal como se aprecia en la figura siguiente.

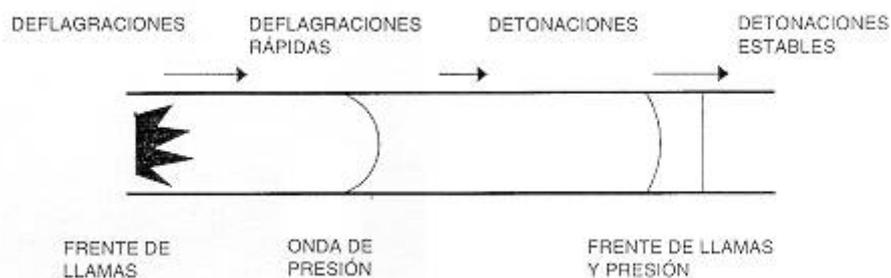


Figura 01.2. Esquema de la propagación de una explosión en tubería

- Si una explosión ocurre a cielo abierto, se producen llamas y hay una disipación de calor y gases de combustión; si tiene lugar en un

recinto cerrado, la presión debida a los gases de combustión se incrementa a gran velocidad alcanzando valores de hasta diez o más veces la presión inicial absoluta del recinto, dependiendo del tipo de producto.

- En el caso de explosiones ocurridas en equipos industriales, el calor y la presión son retenidos en su interior, sometiéndoles a sollicitaciones para las cuales no han sido diseñados, con el resultado final de su destrucción.

- **Características de combustión:**

Se deben determinar las características de la mezcla de la sustancia inflamable con el aire. Son datos a tener en cuenta, por ejemplo:

- el punto de ignición;
- los límites de explosividad (LIE, LSE);
- la concentración límite en oxígeno (CLO).

- **Características de ignición:**

Se deben determinar las características de la ignición de la atmósfera explosiva. Son datos a tener en cuenta, por ejemplo:

- la energía mínima de ignición;
- la temperatura mínima de ignición de una atmósfera explosiva;
- la temperatura mínima de ignición de una capa de polvo.

- **Comportamiento de la explosión:**

El comportamiento de la atmósfera explosiva después de la ignición se debe caracterizar por datos tales como:

- la presión máxima de explosión ($p_{m\acute{a}x}$);
- la velocidad máxima de incremento de la presión de explosión ($(dp/dt)_{m\acute{a}x}$);
- el intersticio experimental máximo de seguridad (IEMS).

01.1.1. **Atmósferas explosivas debido a la presencia de gases, vapores o nieblas inflamables**

- **Atmósfera de gas explosiva:** es una mezcla de una sustancia inflamable en estado de gas o vapor con el aire, en condiciones atmosféricas, en la que, en caso de ignición, la combustión se propaga a toda la mezcla no quemada.
- La atmósfera explosiva puede generarse por dilución en aire de gases, vapores o nieblas inflamables.
- **Parámetros básicos sobre atmósferas explosivas debido a la presencia de gases, vapores o nieblas inflamables, que influyen sobre el riesgo de explosión:**

» Límites de explosividad

Para que se forme una atmósfera explosiva, la concentración de gases, vapores o nieblas inflamables en aire debe de estar dentro de un determinado rango, delimitado por los Límites inferiores y superiores de explosividad:

- **Límite Inferior de Explosividad (LIE):** Es la concentración mínima de gases, vapores o nieblas inflamables en aire por debajo de la cual, la mezcla no es explosiva.
- **Límite Superior de Explosividad (LSE):** Es la concentración máxima de gases, vapores o nieblas inflamables en aire por arriba de la cual, la mezcla no es explosiva.

Estos límites se suelen expresar en porcentajes de volumen del gas o vapor en el volumen de la mezcla.

Si se pretende que una determinada mezcla de gases o vapores inflamables en aire no produzca una atmósfera explosiva, habrá que mantener la concentración de éstos bien por debajo del LIE o por arriba del LSE.

Se suele tomar la primera opción, con adecuados medios de ventilación o extracción, para el exterior de los equipos (salas de bombas o compresores, cabinas de pintura, túneles de secado, etc).

La segunda opción se suele utilizar en el interior de los equipos (tanque o depósitos, reactores, tuberías, etc) bien porque los vapores o gases inflamables ocupan la mayor parte o la totalidad del volumen del equipo o porque se desplaza el aire con un gas inerte.

» **Temperatura de inflamación**

También conocida como punto de destello, es la temperatura mínima en condiciones normales de presión, a la cual se desprende la suficiente cantidad de vapores para que se produzca la inflamación mediante la aportación de un foco de ignición externo. Es decir es la temperatura mínima para la que sobre la superficie del producto se alcanza el LIE.

» **Temperatura de ignición o de autoignición**

Es la temperatura mínima para que un producto entre en combustión de forma espontánea. Esta característica de las sustancias limita la temperatura máxima superficial de los equipos eléctricos que pueden entrar en contacto con ella.

» **Temperatura máxima superficial**

Es la temperatura máxima alcanzada en servicio y en las condiciones más desfavorables, aunque dentro de las tolerancias, por cualquier pieza o superficie del material eléctrico que pueda producir la ignición de la atmósfera circundante.

» **Energía mínima de inflamación**

Es la energía mínima necesaria para conseguir la inflamación de la atmósfera para una determinada concentración.

Este parámetro es importante en el modo de protección denominado seguridad intrínseca.

» **Intersticio experimental máximo de seguridad**

El IEMS se define como el máximo intersticio de una junta de 25 mm de longitud que impide toda transmisión de una explosión al realizar 10 ensayos en el aparato normalizado de ensayo.

Este parámetro está directamente relacionado con el modo de protección antideflagrante.

01.1.2. Atmósferas explosivas debido a la presencia de polvos combustibles

- **Atmósfera de polvo explosivo:** mezcla de aire, en condiciones atmosféricas, con sustancias inflamables bajo la forma de polvo o de fibras en las que, en caso de ignición, la combustión se propaga al resto de la mezcla no quemada.



- **Parámetros básicos acerca de atmósferas explosivas debido a la presencia de polvos combustibles que influyen en el riesgo de explosión:**

- » **Concentración mínima de explosión**

Es la cantidad mínima de polvo suspendido en un volumen dado para la que se puede producir la ignición y propagación de la llama. Se expresa en unidades de masa por volumen y es el parámetro equivalente al LIE para gases.

La Concentración mínima de explosión depende de, entre otros factores, del tamaño medio de las partículas, disminuyendo su valor con el tamaño.

- » **Temperatura mínima de ignición a nube (TIN)**

Es la temperatura más baja a la cual en una suspensión de polvo en el aire, se produce espontáneamente la ignición y propagación de la llama. Depende fundamentalmente de la turbulencia del polvo, la cual influye sobre el tiempo de contacto con la superficie caliente.

Este parámetro está directamente relacionado con el riesgo de incendio y explosión por contacto con superficies calientes de equipos y aparatos eléctricos.

» **Temperatura mínima de ignición en capa (TIC)**

Es la temperatura mínima de una superficie caliente a la que el polvo depositado sobre ella puede inflamarse. Depende, entre otros factores, del espesor de la capa; una disminución de éste favorece la evacuación de calor, necesitando mayor temperatura de ignición.

» **Energía mínima de ignición (EMI)**

Es la energía mínima de una chispa, capaz de producir la ignición de un polvo en suspensión en el aire. Su valor se determina mediante chispas eléctricas y varía en función del tipo de polvo y del tamaño de éste.

» **Concentración máxima de oxígeno permitida para prevenir la ignición**

Es la concentración máxima de oxígeno que se puede tener para que no se pueda producir la explosión de una suspensión de polvo combustible.

Es necesario conocerla en un sistema de prevención que incluya el uso de un gas inerte.

» **Presión máxima de explosión**

Es la presión máxima alcanzada en el aparato de ensayo correspondiente. Este parámetro define la resistencia requerida para soportar la explosión de un producto determinado.

» **Gradiente máximo de presión**

Nos define la velocidad de crecimiento de la presión, dándonos una idea, junto con el parámetro anterior, de la gravedad y violencia de la explosión.

01.2. DEFINICIONES

- En este apartado se encuentran recogidos los conceptos básicos relativos a la protección contra explosiones, para la comprensión inequívoca de la guía.
- Las definiciones de los términos citados a continuación se han extraído, sin ningún cambio, de las definiciones legales de las directivas europeas y las normas armonizadas, así como de la bibliografía existente en la materia.

- **Aparatos:** Máquinas, materiales, dispositivos fijos o móviles, órganos de control e instrumentación, 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 potenciales de ignición que los caracterizan, pueden desencadenar una explosión.
- **Área de descarga de la explosión:** Área geométrica de descarga de un dispositivo de descarga de la presión de explosión.
- **Área de riesgo:** Área en la que pueden formarse atmósferas explosivas en cantidades tales que resulte necesaria la adopción de precauciones especiales para proteger la seguridad y la salud de los trabajadores afectados.
- **Área que no presenta riesgo:** Área en la que no cabe esperar la formación de atmósferas explosivas en cantidades tales que resulte necesaria la adopción de precauciones especiales.
- **Atmósfera de gas explosiva:** Es una mezcla de una sustancia inflamable en estado de gas o vapor con el aire, en condiciones atmosféricas, en la que, en caso de ignición, la combustión se propaga a toda la mezcla no quemada.

- **Atmósfera de polvo explosivo:** Mezcla de aire, en condiciones atmosféricas, con sustancias inflamables bajo la forma de polvo o de fibras en las que, en caso de ignición, la combustión se propaga al resto de la mezcla no quemada.
- **Atmósfera explosiva:** Mezcla con el aire, en las condiciones atmosféricas, de sustancias inflamables en forma de gases, vapores, nieblas o polvos, en la que, tras una ignición, la combustión se propaga a la totalidad de la mezcla no quemada.
- **Atmósfera explosiva peligrosa:** Atmósferas explosivas en cantidades tales que suponen un peligro para la salud y la seguridad de los trabajadores.
- **Atmósfera potencialmente explosiva:** Atmósfera que puede convertirse en explosiva debido a circunstancias locales y de funcionamiento.
- **Categoría:** Clasificación de los materiales en función del grado de protección necesario.
- **Categoría de aparatos:** Los aparatos y sistemas de seguridad pueden estar diseñados para una atmósfera explosiva determinada. En tal caso, debe marcarse la categoría de aparatos a que corresponden.
- **Chispa iniciadora:** Chispa (mecánica, eléctrica o electrostática) que puede actuar como una fuente efectiva de ignición para que se de comienzo a la inflamación de una atmósfera explosiva.

- **Clase de temperatura:** Los medios de trabajo se clasifican en clases de temperatura según su temperatura máxima de superficie. De manera análoga, se efectúa una clasificación de los gases según su temperatura de ignición.
- **Clasificación de las áreas de riesgo:** Las áreas de riesgo se clasifican en zonas teniendo en cuenta la frecuencia con que se producen atmósferas explosivas y la duración de las mismas.
- **Componentes:** Piezas que son esenciales para el funcionamiento seguro de los aparatos y sistemas de protección, pero que no tienen función autónoma.
- **Concentración límite en oxígeno:** Concentración máxima de oxígeno en una mezcla de una sustancia inflamable con aire en la que no se produce una explosión, en condiciones de ensayo determinadas.
- **Condiciones atmosféricas:** Por regla general, se entiende por condiciones atmosféricas una temperatura ambiente entre – 20°C y 60°C y un intervalo de presiones de 0,8 bar a 1,1 bar.
- **Deflagración:** Explosión que se propaga a una velocidad subsónica.
- **Descarga de la explosión:** Medida de protección que limita la presión de explosión mediante evacuación de las mezclas no quemadas y de los productos de combustión abriendo aberturas

predeterminadas, para que un recipiente, lugar de trabajo o edificio no quede sometido a una sollicitación superior a su resistencia prevista a las explosiones.

- **Detonación:** Explosión que se propaga a una velocidad supersónica y que se caracteriza por una onda de choque.
- **Dispositivo de descarga de la explosión:** Dispositivo que obtura una abertura de descarga durante el funcionamiento normal y la abre en caso de explosión.
- **Empresario:** Cualquier persona física o jurídica que sea titular de la relación laboral con el trabajador y tenga la responsabilidad de la empresa y/o establecimiento.
- **Energía mínima de ignición (EMI):** La más débil energía eléctrica acumulada en un condensador, que al descargarse es suficiente para producir la ignición de la atmósfera más fácilmente inflamable, en condiciones de ensayo determinadas.
- **Envolvente (de un equipo o sistema de protección):** Todas las paredes incluyendo puertas, tapas, entrada de cables, varillas, ejes y mangos, que contribuyen a la protección del equipo o al sistema de protección y/o sus grados de protección (IP) de los aparatos eléctricos.
- **Equipo de trabajo:** Cualquier máquina, aparato, instrumento o instalación utilizado en el trabajo.

- **Explosión:** Reacción brusca de oxidación o de descomposición, que produce un incremento de temperatura, de presión o de las dos simultáneamente.
- **Fuente de ignición:** Una fuente de ignición transmite a una mezcla explosiva una cantidad determinada de energía capaz de propagar la ignición en dicha mezcla.
- **Fuente de ignición efectiva:** A menudo la efectividad de las fuentes de ignición se subestima o no se reconoce. Su efectividad, esto es, su capacidad para encender una atmósfera explosiva, depende entre otras cosas de la energía de la fuente de ignición y de las propiedades de la atmósfera explosiva. En condiciones distintas de las atmosféricas, las propiedades que determinan la ignición pueden cambiar; así por ejemplo, la energía mínima de ignición de las mezclas con mayor contenido de oxígeno aumenta en potencias de diez.
- **Funcionamiento normal:** Situación que se produce siempre que el equipo, sistema de protección o componente funciona de acuerdo a lo previsto dentro de lo especificado en sus parámetros de diseño.
- **Grado de dispersión:** Medida del reparto (más fino) de una sustancia gaseosa o líquida (fase dispersa) en otra sustancia líquida o gaseosa (medio de dispersión) sin enlace molecular como aerosol, emulsión, coloide o suspensión.

- **Grado de protección de las envolventes (IP):** Clasificación numérica precedida por el símbolo "IP" aplicada a los recintos de los aparatos eléctricos para mejorar la protección contra contactos con partes móviles, entrada de cuerpos extraños y entrada perniciosa de agua o líquidos.
- **Grisú:** Mezcla, potencialmente explosiva, de gases o de algún gas inflamable que se genera de forma natural en una mina.
- **Grupo de aparatos:** El grupo de aparatos I está formado por aquellos destinados a trabajos subterráneos en las minas y en las partes de sus instalaciones de superficie en las que puede haber peligro debido al grisú y/o al polvo combustible. El grupo de aparatos II está compuesto por aquellos destinados al uso en otros lugares en los que puede haber peligro de formación de atmósferas explosivas.
- **Grupo de explosión:** En función de su intersticio límite (la capacidad de penetración de una llama de explosión por un intersticio determinado se determina en un aparatos normalizado) y de su energía de encendido, los gases y vapores se subdividen en tres grupos: II A, II B, II C, siendo II C el grupo con el menor intersticio límite.
- **Inertización:** Adición de sustancias inertes para prevenir las atmósferas explosivas.
- **Límites de explosividad:** Cuando la concentración de la sustancia inflamable suficientemente dispersa en aire rebasa

cierto valor mínimo (límite inferior de explosividad), es posible una explosión. La explosión ya no se produce cuando la concentración de gas o vapor ha superado cierto valor máximo (límite superior de explosividad). Los límites de explosividad se modifican en condiciones distintas de las atmosféricas. El rango de concentración entre los límites de explosividad suele ampliarse, por ejemplo, con el aumento de presión y el aumento de temperatura de la mezcla. Sólo puede formarse una atmósfera explosiva sobre un líquido inflamable si la temperatura de la superficie del líquido rebasa cierto valor mínimo.

- **Límite inferior de explosividad:** Límite inferior del rango de concentración de una sustancia inflamable en aire en el que puede producirse una explosión.
- **Límite superior de explosividad:** Límite superior del rango de concentración de una sustancia inflamable en aire en el que puede producirse una explosión.
- **Mezcla explosiva:** Mezcla de un material combustible finamente dispersado en la fase gaseosa con un oxidante gaseoso en la que, tras su ignición, puede propagarse una *explosión*. Si el oxidante es aire en condiciones atmosféricas, se habla de atmósfera explosiva.
- **Mezcla híbrida:** Mezcla de sustancias inflamables con aire en diferentes estados físicos, por ejemplo de metano y de polvos de carbón con aire.

- **Niebla:** Suspensión (nube) de pequeñas gotas en el aire.
- **Polvo:** Pequeñas partículas sólidas en la atmósfera que pueden fijarse bajo su propio peso, pero que pueden permanecer suspendidas en el aire durante algún tiempo.
- **Polvo combustible:** Polvo que es combustible o inflamable mezclado con aire.
- **Polvo conductor:** Polvo cuya resistividad eléctrica es igual o menor de 10^3 S m.
- **Presión de explosión reducida:** Presión producida por la explosión de una atmósfera explosiva en un recipiente protegido por la descarga de la explosión o por la supresión de la explosión.
- **Presión (máxima) de explosión:** Máxima presión obtenida en un recipiente cerrado durante la explosión de una atmósfera explosiva, en condiciones de ensayo determinadas.
- **Punto de combustión:** Temperatura por encima de la cual debe contarse con la presencia de una mezcla explosiva debido a la formación de gases de combustión.
- **Punto de ignición:** Temperatura mínima a la que, en condiciones de ensayo específicas, un líquido emite suficiente

gas o vapor combustible para inflamarse momentáneamente en presencia de una fuente de ignición efectiva.

- **Punto inferior de explosión:** Temperatura de un líquido combustible a la que la concentración de vapor saturado en el aire es igual al límite inferior de explosividad.
- **Punto superior de explosión:** Temperatura de un líquido combustible en que la concentración de vapor saturado en el aire es igual al límite superior de explosividad.
- **Rango de explosividad:** Rango de concentración de una sustancia inflamable en el aire, dentro de la cual se puede producir la explosión.
- **Resistencia a la presión de explosión:** Propiedad de los recipientes y aparatos diseñados para resistir la presión de explosión esperada sin deformación permanente.
- **Resistencia al choque de la presión de explosión:** Propiedad de los recipientes y aparatos diseñados para resistir la presión esperada, sin rotura, pero permitiendo una deformación permanente.
- **Sistema de alivio de la presión:** Sistema diseñado para prevenir, dentro de una mezcla confinada, un aumento excesivo de la presión mediante la activación de aperturas de descarga que permiten la salida del gas que resulta de la explosión.

- **Sistema de cierre de emergencia:** Es un tipo de protección que cierra o aísla automáticamente las partes menos seguras de los equipos o sistemas si se produce una situación predeterminada.
- **Sistemas de protección:** Dispositivos, distintos de los componentes de los aparatos definidos anteriormente, cuya función es la de detener inmediatamente las explosiones incipientes y/o limitar la zona afectada por una explosión, y que se ponen en el mercado por separado como sistemas con funciones autónomas.
- **Sistema de protección frente a explosiones:** Sistema diseñado para detectar de forma automática el inicio de una explosión y comenzar la activación del sistema de supresión u otros dispositivos para limitar los efectos destructivos de la explosión.
- **Sistema de supresión de explosión:** Sistema diseñado para detectar y detener la ignición de una mezcla confinada durante los momentos iniciales y prevenir un aumento excesivo de la presión.
- **Sustancias capaces de formar atmósferas explosivas:** Las sustancias inflamables se consideran sustancias capaces de formar atmósferas explosivas a no ser que el análisis de sus propiedades demuestre que, mezcladas con el aire, no son capaces por sí solas de propagar una explosión.

- **Sustancia inflamable:** Sustancia en forma de gas, vapor, líquido, sólido o sus mezclas, susceptible de sufrir una reacción exotérmica con aire tras la ignición.
- **Tamaño de partícula:** Diámetro nominal de una partícula de polvo.
- **Técnicamente estanco:** Las partes de instalación son técnicamente estancas cuando no se detectan fugas en la vigilancia o control de la estanqueidad apropiada para el uso previsto, pero no pueda excluirse del todo fugas pequeñas y raras de sustancias inflamables.
- **Temperatura de ignición:** Temperatura más baja de una superficie caliente, obtenida en condiciones de ensayo determinadas, a la que se puede producir la ignición de una sustancia combustible en forma de mezcla de gas, vapor o polvo con aire.
- **Temperatura máxima admisible de superficie:** Temperatura máxima admisible de una superficie obtenida tras deducir de la temperatura de encendido o de combustión cierto valor de temperatura previamente fijado.
- **Temperatura máxima de servicio:** Es la temperatura máxima alcanzada cuando un equipo o sistema de protección está operando en las condiciones de operación normal.

- **Temperatura mínima de ignición de una atmósfera explosiva:** Temperatura de ignición de un gas combustible o de un vapor de un líquido combustible, o temperatura mínima de ignición de una nube de polvo, en condiciones de ensayo determinadas.
- **Temperatura mínima de ignición de una capa de polvo:** Temperatura más baja de una superficie caliente a la que se produce la ignición en una capa de polvo, en condiciones de ensayo determinadas.
- **Temperatura mínima de ignición de una nube de polvo:** Temperatura más baja de una superficie caliente sobre la que se produce la ignición de la mezcla más inflamable del polvo con aire, en condiciones de ensayo determinadas.
- **Tipo de protección contra ignición:** Medidas particulares adoptadas en equipos de trabajo para evitar la ignición de una atmósfera explosiva ambiental.
- **Trabajador:** Cualquier persona empleada por un empresario, incluidos los trabajadores en prácticas y los aprendices, con exclusión de los trabajadores al servicio del hogar familiar.
- **Velocidad máxima de aumento de la presión $((dp/dt)_{max})$:** Valor máximo del incremento de presión por unidad de tiempo, obtenido en un recipiente cerrado durante las explosiones de todas las atmósferas explosivas de la sustancia combustible, en condiciones de ensayo específicas.

02. ÁMBITO DE APLICACIÓN

02.1. INTRODUCCIÓN

- La normativa ATEX va dirigida a todas las empresas en las que la manipulación de sustancias inflamables puede dar lugar a la formación de Atmósferas Explosivas peligrosas y que, por ello, están expuestas a riesgos de explosión.
- A efectos de aplicación de las presentes prescripciones se consideran emplazamientos con riesgo de explosión todos aquellos en los que se fabriquen, procesen, manipulen, traten, utilicen o almacenen sustancias sólidas, líquidas o gaseosas susceptibles de inflamarse o de hacer explosión.

- Los riesgos de explosión pueden hacer su aparición en cualquier empresa en que se manipulen sustancias inflamables. Entre éstas figuran numerosos insumos, productos intermedios, productos acabados y materias residuales de los procesos de trabajo cotidianos.
- El riesgo de generación de una atmósfera explosiva, ya sea debida a gases/vapores inflamables o a polvos se dan en los más diversos y variados procesos de trabajo, por lo que afecta a casi todos los ramos de actividad.

02.2. ACTIVIDADES AFECTADAS

A continuación se enumera una lista no exhaustiva de actividades que se ven afectadas por los riesgos de explosión:

a) Industria química

- En la industria química se transforman y emplean gases, líquidos y sólidos inflamables en multitud de procesos. En estos procesos pueden formarse mezclas explosivas.

b) Industria farmacéutica

- En la producción farmacéutica a menudo se emplean alcoholes como disolventes. También pueden utilizarse sustancias sólidas activas y auxiliares explosivas, por ejemplo lactosa, vitaminas, paracetamol, etc.

c) Refinerías

- Los hidrocarburos manejados en las refinerías son todos ellos inflamables y, según su punto de inflamación, pueden provocar atmósferas explosivas incluso a temperatura ambiente. El entorno de los equipos de transformación petrolífera casi siempre se considera zona con riesgo de explosión.

d) Empresas de tratamiento de aguas residuales

- Los gases de digestión generados en el tratamiento de aguas residuales en depuradoras pueden formar mezclas explosivas gas/aire.
- Los lodos secos también son explosivos.

e) Compañías de suministro de gas

- En caso de escapes de gas natural por fugas o similar pueden formarse mezclas explosivas gas/aire.

f) Industria de trabajo de la madera

- En el trabajo de piezas de madera se generan polvos de madera que pueden formar mezclas explosivas polvo/aire en filtros o en silos.

g) Talleres de pintura y esmaltado

- La neblina de pulverización que se forma en el esmaltado de superficies con pistolas de pintura en cabinas de lacado, al igual que los vapores de disolventes liberados, puede provocar una atmósfera explosiva en contacto con el aire.
- Los pigmentos pulverulentos pueden ser muy explosivos.

h) Industrias agropecuarias

- En algunas explotaciones agrícolas se utilizan instalaciones de generación de biogás. En caso de fugas, pueden formarse mezclas explosivas biogás/aire.
- Las deshidratadoras de forraje, descascarilladoras de almendra y otras instalaciones similares generan atmósferas explosivas.

i) Fabricación de piezas de metales ligeros y talleres de carpintería metálica

- En la fabricación de piezas de moldeo metálicas, su tratamiento de superficie (amolado) puede generar polvos metálicos explosivos, sobre todo en el caso de metales ligeros (Aluminio, Magnesio, etc.). Estos polvos metálicos pueden provocar riesgos de explosión en separadores y otras operaciones.

j) Industria alimentaria

- El transporte y almacenamiento de harinas, granos y derivados pueden generar polvos explosivos. Si éstos se aspiran y separan en filtros, puede aparecer una atmósfera explosiva en el filtro.

k) Compañías productoras de energía

- Con el transporte, la molienda y el secado de carbones troceados, no explosivos por su tamaño, se generan polvos de carbón que sí pueden formar mezclas explosivas polvo/aire.
- Las biomásas y otros combustibles sólidos son explosivos.
- La refrigeración con H₂ de los alternadores implica riesgo de explosión.

l) Vertederos e ingeniería civil

- En los vertederos pueden formarse gases inflamables. Para evitar que éstos escapen de manera incontrolada y puedan llegar a encenderse, se requieren importantes medidas técnicas.
- Los residuos sólidos urbanos generan polvo explosivo.
- En túneles mal ventilados, sótanos, etc., pueden acumularse gases inflamables de fuentes diversas.

m) Industrias de reciclado de residuos

- El tratamiento de residuos reciclables puede entrañar riesgos de explosión por envases no vaciados por completo de su contenido de gases o líquidos inflamables o por polvos de papel o materias plásticas.

02.3. ACTIVIDADES NO AFECTADAS

Se recoge a continuación las actividades que no serán de aplicación las disposiciones del R.D. 681/2003, y por lo tanto, no será aplicable la presente guía:

- a. Las áreas utilizadas directamente para el tratamiento médico de pacientes y durante dicho tratamiento.
- b. La utilización reglamentaria de los aparatos de gas conforme a su normativa específica.
- c. La fabricación, manipulación, utilización, almacenamiento y transporte de explosivos o sustancias químicamente inestables.
- d. Las industrias extractivas por sondeos y las industrias extractivas a cielo abierto o subterráneas, tal como se definen en su normativa específica.

-
- e. La utilización de medios de transporte terrestres, marítimo y aéreo, a los que se aplican las disposiciones correspondientes de convenios internacionales, así como la normativa mediante la que se da efecto a dichos convenios. No se excluirán los medios de transporte diseñados para su uso en una atmósfera potencialmente explosiva.

03. EVALUACIÓN DE LOS RIESGOS DE EXPLOSIÓN

03.1. INTRODUCCIÓN

- La evaluación del riesgo incluye los siguientes elementos:
 - » identificación de peligros;
 - » determinar si se puede producir la atmósfera explosiva y la cantidad implicada;
 - » determinar la presencia y la posibilidad de que existan fuentes de ignición que sean capaces de producir la ignición de la atmósfera explosiva;
 - » determinar los efectos posibles de una explosión;
 - » estimar el riesgo;

- » considerar las medidas para reducir los riesgos.
- Para la evaluación de los riesgos de explosión, puede resultar plenamente válido la aplicación de metodologías simples, siempre que se adapten a la problemática de las instalaciones industriales y al objeto final de dicha evaluación, que no es otro que el de corregir aquellas instalaciones (o situaciones) que se consideren inadmisibles y controlar aquellas otras que se encuentren en situación aceptable.
- Los métodos más adecuados para valorar los procesos de trabajo o las instalaciones técnicas en cuanto a su riesgo de explosión son aquellos que contribuyen a examinar la seguridad de instalaciones y procedimientos de una manera sistemática, de manera estructurada, con criterios objetivos y lógicos. Se examina la existencia de fuentes de riesgo que puedan dar lugar a la formación de atmósferas explosivas peligrosas y a la posible aparición simultánea de fuentes de ignición efectivas.
- Para que pueda producirse una explosión con efectos peligrosos, deben darse las cuatro condiciones simultáneas siguientes:
 - elevado grado de dispersión de las sustancias inflamables,
 - concentración de las sustancias inflamables en oxígeno dentro de sus límites de explosividad combinados,
 - cantidad peligrosa de atmósfera explosiva,
 - fuente de ignición efectiva.

- La evaluación de riesgos está relacionada evidentemente con la clasificación de áreas y se deberá tener en cuenta la posibilidad de presencia y activación de los potenciales focos de ignición o activación de la explosión.
- La evaluación del riesgo se debe hacer siempre para cada caso particular, en función del proceso productivo empleado y del comportamiento de los trabajadores para el desarrollo de las operaciones de trabajo ordinarias y sin olvidar las operaciones de mantenimiento o reparación.
- Si en determinadas zonas existe la posibilidad de aparición de una atmósfera explosiva en cantidades tales que se requieran medidas de protección especiales para proteger la seguridad y salud de los trabajadores afectados, tal atmósfera explosiva tendrá consideración de atmósfera explosiva peligrosa y las zonas se clasificarán como zonas de riesgo.
- Una atmósfera potencialmente explosiva constatada con anterioridad se calificará de atmósfera explosiva peligrosa dependiendo de su volumen y de los efectos destructivos que pueda tener en caso de ignición. No obstante, de entrada cabe contar con que una explosión provocará daños de gran envergadura y suponer la presencia de una atmósfera explosiva peligrosa.
- Es preciso comprobar la eficacia de las medidas de protección adoptadas. A tal efecto, deberán tenerse en cuenta todos los estados operativos y todas las situaciones (incluso las poco frecuentes). Sólo

podrá renunciarse a medidas adicionales si se impide con seguridad la aparición de una atmósfera explosiva peligrosa.

03.2. PRINCIPIOS GENERALES PARA LA EVALUACIÓN DE LOS RIESGOS ESPECÍFICOS DE LAS ATMÓSFERAS EXPLOSIVAS:

- Será necesario determinar y tener en cuenta:
 1. la probabilidad de formación y la duración de las atmósferas explosivas (de evidente relación con el resultado de la clasificación de áreas),
 2. la probabilidad de la presencia y de la activación de los potenciales focos de ignición en dichas áreas, incluidas las descargas electrostáticas,
 3. la tipología de las instalaciones, las sustancias empleadas, y la naturaleza de los procesos que se desarrollen (y sus posibles interacciones),
 4. las proporciones de los efectos previsibles.

03.2.1. LA PROBABILIDAD DE FORMACIÓN Y LA DURACIÓN DE ATMÓSFERAS EXPLOSIVAS.

- La creación de una atmósfera explosiva depende de los factores siguientes:
 - la presencia de una sustancia inflamable,
 - el grado de dispersión de la sustancias inflamable (por ejemplo, gases, vapores, nieblas, polvos),
 - la concentración de la sustancia inflamable en el aire dentro del rango de explosión,
 - la cantidad de atmósfera explosiva suficientemente para dar lugar a lesiones o daños por la ignición.

- Para que se forme una explosión, es necesaria la presencia de sustancias inflamables en el proceso de trabajo o producción. En otras palabras, que como mínimo haya una sustancia inflamable empleada como materia básica o materia auxiliar, producida como producto residual, intermedio o acabado, o generada como consecuencia de un disfuncionamiento corriente de la instalación.

- De una manera general, deben considerarse inflamables todas las sustancias capaces de sufrir una reacción de oxidación. Esto incluye:
 - todas las sustancias que con arreglo a la Directiva “sustancias peligrosas” 67/548/CEE están clasificadas y marcadas como:
 - inflamables (R10),
 - fácilmente inflamables (F o R 11/R15/R17) o,

- sumamente inflamables (F+ o R12).
- todas las demás sustancias y preparaciones (aún) sin clasificar pero que cumplen los correspondientes criterios de inflamabilidad o que, en general, deben considerarse inflamables.

- *Ejemplos de sustancias inflamables:*

- **Gases y mezclas de gases inflamables:**

- Gas licuado (butano, buteno, propano, propeno)
- Gas natural
- Gases de combustión (p.ej. monóxido de carbono o metano)
- Sustancias químicas gaseosas (p.ej. acetileno, óxido de etilénico o cloruro de vinilo)

- **Líquidos inflamables**

- Disolventes
- Carburantes
- Crudos de petróleo
- Aceites combustibles
- Aceites lubricantes
- Aceites usados
- Lacas
- Sustancias químicas hidrosolubles y no hidrosolubles

- **Polvos de sólidos inflamables**

- Carbón
- Madera

- Alimentos para consumo humano o animal (p.ej. azúcar, harina o cereales)
 - Materias sintéticas
 - Metales
 - Productos químicos
-
- Si se alcanza el necesario grado de dispersión y al mismo tiempo la concentración de sustancias inflamables en el aire se halla dentro de sus límites de explosividad, se está en presencia de una atmósfera potencialmente explosiva.

 - Se deberán tener en cuenta las siguientes propiedades de las sustancias y sus posibles estados de elaboración, en función de las circunstancias:
 - » **Gases y mezclas de gases inflamables:**
 - Los límites de explosividad inferior y superior
 - Las concentraciones máximas (en su caso, también las mínimas) de sustancias inflamables generadas o reinantes durante la manipulación.

 - » **Líquidos inflamables:**
 - Los límites de explosividad inferior y superior de los vapores
 - El límite de explosividad inferior de las nieblas
 - El punto de ignición
 - La temperatura de elaboración o ambiental

- La forma de trabajar con un líquido (p.ej. pulverización, inyección y dispersión de un chorro líquido, evaporación y condensación)
- Utilización de un líquido con presiones elevadas (p.ej. en sistemas hidráulicos)
- Las concentraciones máximas (en su caso, también las mínimas) de sustancias inflamables generadas o reinantes durante la manipulación de éstas (sólo en el interior de aparatos o instalaciones)

- » **Polvos de sustancias sólidas inflamables:**
 - Presencia o formación de mezclas polvo/aire o de depósitos de polvo. Ejemplos: molienda o cribado; transporte, llenado o vaciado; secado.
 - Las concentraciones máximas de sustancias inflamables generadas o reinantes durante la manipulación de éstas en comparación con el límite inferior de explosividad.
 - Límites de explosividad inferior y superior.
 - Composición granulométrica (importa la granulometría inferior a 500 μm), humedad, punto de carbonización.

- Si es posible la formación de una atmósfera explosiva, debe determinarse en qué punto del lugar de trabajo o de la instalación puede producirse, al objeto de limitar el potencial riesgo. También en este caso deben observarse las propiedades de las sustancias y las especificaciones de la instalación, de los procesos y del entorno:

» **Gases y vapores:**

- Densidad relativa respecto del aire, pues cuanto mayor sea el peso de los gases y vapores, tanto más de prisa descenderán y se irán mezclando progresivamente con el aire disponible, para acabar estancados en fosas, hoyos, canales y pozos.
- El más mínimo movimiento del aire (corriente natural, caminar de personas, convección térmica) ya puede acelerar considerablemente la mezcla con el aire.

» **Líquidos y nieblas:**

- Índice de evaporación, que determina la cantidad de atmósfera explosiva que va a formarse a una temperatura dada.
- Tamaño del área de evaporación y temperatura de trabajo, p.ej. en la nebulización o inyección de líquidos.
- Sobrepresión que provoca la liberación de líquidos pulverizados en el ambiente y la formación de nieblas explosivas.

» **Polvos:**

- Aparición de polvo levantado, p.ej. en filtros, durante el transporte en recipientes, en puntos de trasiego o en el interior de secadores.
- Formación de depósitos de polvo, especialmente en superficies horizontales o ligeramente inclinadas, y arremolinamiento de polvos.
- Granulometría.

- También deben tenerse en cuenta las circunstancias locales y operativas siguientes:
 - Modo de manipulación de las sustancias con confinamiento hermético de gases, líquidos y polvo o en aparatos abiertos, p.ej. en la carga y el vaciado.
 - Posibilidad de derrame de sustancias por válvulas, compuertas, conexiones de tubería, etc.
 - Condiciones de aportación y extracción de aire y otros aspectos de la configuración del local.
 - Cabe prever la presencia de sustancias o mezclas combustibles sobre todo allí donde no llega la ventilación como, p.ej. en zonas no ventiladas situadas por debajo del nivel del suelo como fosas, canales y pozos.

03.2.2. LA PROBABILIDAD DE LA PRESENCIA Y ACTIVACIÓN DE FOCOS DE IGNICIÓN.

- Se deberán analizar, no sólo las fuentes de ignición de origen eléctrico, sino también las de tipo mecánico, así como las motivadas por la electricidad estática, tanto de origen en los procesos que se desarrollen, como en la ropa de trabajo del personal, así como las derivadas de puntos calientes y las que tienen su origen en lo que podríamos denominar comportamientos humanos (trabajos de mantenimiento, fundamentalmente).

- Las fuentes de ignición a considerar serán, según la norma EN 1127-1 son las siguientes:
 - Superficies calientes
 - Llamas y gases calientes
 - Chispas generadas de forma mecánica
 - Chispas eléctricas
 - Corrientes eléctricas de dispersión
 - Protección contra la corrosión catódica
 - Electricidad estática
 - Rayos
 - Campos electromagnéticos
 - Radiaciones electromagnéticas
 - Radiaciones ionizantes
 - Ultrasónicos
 - Ondas de choque de compresión adiabática
 - Flujos de gas y reacciones químicas

- Las fuentes de ignición se deberían clasificar de acuerdo con la probabilidad de que aparezcan, de la manera siguiente:
 - fuentes de ignición que pueden aparecer constantemente o frecuentemente;
 - fuentes de ignición que pueden aparecer en circunstancias raras;
 - fuentes de ignición que pueden aparecer en circunstancias muy raras.

03.2.3. LAS INSTALACIONES, LAS SUSTANCIAS EMPLEADAS, LOS PROCESOS INDUSTRIALES Y SUS POSIBLES INTERACCIONES.

- Los riesgos de explosión deben valorarse en su conjunto. Son determinantes:
 - los equipos de trabajo utilizados,
 - las características de construcción,
 - las materias utilizadas,
 - las condiciones de trabajo y de los procedimientos y
 - las posibles interacciones de estos elementos entre sí y con el entorno de trabajo.

- Al valorar instalaciones nuevas o existentes deben tenerse en cuenta los estados operativos siguientes:
 - las condiciones de funcionamiento normales, incluidos los trabajos de mantenimiento,
 - el arranque y la parada,
 - las averías y los estados defectuosos previsibles,
 - los errores de manipulación previsibles.

- El proceso de valoración debe referirse siempre a cada caso concreto y no puede generalizarse.

- Se requiere una evaluación individual para cada proceso de trabajo o producción, así como para cada régimen de funcionamiento de una instalación y su modificación.

03.2.4. LAS PROPORCIONES DE LOS EFECTOS PREVISIBLES.

- En el caso de producirse una explosión, se deberán tener en cuenta los posibles efectos de:
 - llamas,
 - radiación térmica,
 - ondas de presión,
 - proyección de fragmentos,
 - emisiones peligrosas de sustancias.
- Si la atmósfera explosiva contiene diferentes tipos de gases, vapores, nieblas o polvos inflamables, deberán tenerse debidamente en cuenta en la valoración de los riesgos de explosión. Los efectos de la explosión pueden ser considerablemente mayores.
- Deberán considerarse asimismo los ámbitos que están o pueden quedar comunicados con las áreas de riesgo a través de aberturas.
- Se tendrán en cuenta los efectos por la destrucción de partes de instalaciones situadas en las inmediaciones de la atmósfera explosiva, a la hora de valorar específicamente la formación de atmósferas explosivas peligrosas.

04. ÁREAS EN LAS QUE PUEDEN FORMARSE ATMÓSFERAS EXPLOSIVAS

04.1. INTRODUCCIÓN

- La clasificación de áreas es una técnica de análisis de riesgos que nos ayuda a determinar el alcance del riesgo de una instalación frente a una explosión, ya sea en la fase de diseño como en operación de las instalaciones.
- Las áreas de riesgo se clasificarán en zonas teniendo en cuenta la frecuencia con que se produzcan atmósferas explosivas y su duración.

- De esta clasificación dependerá el alcance de las medidas que deban adoptarse.
- A efectos de esta clasificación, se entenderá por:
 - *Áreas de riesgo*: aquellas en las que puedan formarse atmósferas explosivas en cantidades tales que resulte necesaria la adopción de precauciones especiales para proteger la seguridad y la salud de los trabajadores afectados.
 - *Áreas que no presentan riesgos*: aquellas en las que no cabe esperar la formación de atmósferas explosivas en cantidades tales que resulte necesaria la adopción de precauciones especiales.
 - *Condiciones normales de explotación*: la utilización de las instalaciones de acuerdo con sus especificaciones técnicas de funcionamiento.
 - Las *sustancias inflamables o combustibles* se considerarán sustancias capaces de formar atmósferas explosivas, a no ser que el análisis de sus propiedades demuestre que, mezcladas con el aire, no son capaces por sí solas de propagar una explosión.
 - Las *capas, depósitos y acumulaciones de polvo inflamable* deben considerarse como cualquier otra fuente capaz de formar atmósferas explosivas.

04.2. CLASIFICACIÓN DE ÁREAS

- Las áreas con riesgo de explosión se clasifican en función de la sustancia tratada o almacenada, ya que para cada uno de ellos, el riesgo de explosión adquiere unas características propias.

04.2.1. Zonas para gases y vapores:

- Entre estos emplazamientos peligrosos, a menos que el proyectista justifique que no existe el correspondiente riesgo de explosión, se encuentran:
 - lugares donde se trasvasen líquidos volátiles inflamables,
 - garajes y talleres de reparación de vehículos,
 - interiores de cabinas de pintura donde se utilizan pistolas de pulverización,
 - zonas próximas a los locales en que se realicen operaciones de pinturas por cualquier sistema cuando en los mismos se empleen disolventes inflamables,
 - los secaderos o los compartimentos para la evaporación de disolventes inflamables,

- locales con depósitos de líquidos inflamables abiertos o que se puedan abrir,
- locales en que existan extractores de grasas y aceites que utilicen disolventes inflamables,
- los lugares de las lavanderías y tintorerías en los que se empleen líquidos inflamables,
- instalaciones donde se produzcan, manipulen, almacenen o consuman gases inflamables,
- salas de bombas y/o compresores para gases o líquidos inflamables,
- los interiores de refrigeradores y congeladores en los que se almacenen materias inflamables en recipientes abiertos fácilmente perforables o con cierres poco consistentes.

■ Zona 0

Área de trabajo en la que una atmósfera explosiva consistente en una mezcla con aire de sustancias inflamables en forma de gas, vapor o niebla está presente de modo permanente, o por un período de tiempo prolongado, o con frecuencia.

Ejemplo:

Por regla general, las condiciones de la zona 0 sólo se dan en el interior de recipientes o instalaciones (evaporadores, recipientes de reacción, etc.), aunque también pueden presentarse cerca de respiraderos y otras aberturas.

■ Zona 1

Área de trabajo en la que es probable, en condiciones normales de explotación, la formación ocasional de una atmósfera explosiva consistente en una mezcla con aire de sustancias inflamables en forma de gas, vapor o niebla.

Ejemplo:

Se incluyen aquí:

- la proximidad inmediata de la zona 0,
- la proximidad inmediata de bocas de carga,
- la proximidad inmediata de aparatos o conductos frágiles de vidrio, cerámica o similar, salvo si el contenido es insuficiente para formar una atmósfera explosiva peligrosa;
- la proximidad inmediata de prensaestopas insuficientemente herméticos, p.ej. en bombas y compuertas correderas,
- el interior de instalaciones como evaporadores o recipientes de reacción.

■ **Zona 2**

Área de trabajo en la que no es probable, en condiciones normales de explotación, la formación de una atmósfera explosiva consistente en una mezcla con aire de sustancias inflamables en forma de gas, vapor o niebla o en la que, en caso de formarse, dicha atmósfera explosiva sólo permanece durante breves períodos de tiempo.

Ejemplo:

En la zona 2 pueden incluirse, en otras:

- las áreas que rodean las zonas 0 ó 1.

04.2.2. Zonas para polvos:

- A menos que el proyectista justifique que no existe el correspondiente riesgo de explosión, entre estos emplazamientos peligrosos se encuentran los siguientes:
 - zonas de trabajo de plantas de manipulación y almacenamiento de cereales,
 - las salas que contienen molinos, pulverizadores, limpiadoras, descascarilladoras, transportadores o bocas de descarga, depósitos o tolvas, mezcladores, basculas automáticas o de tolva, empaquetadoras, cúpulas o bases de elevadores, distribuidores, colectores de polvo o de productos (excepto los colectores totalmente metálicos con ventilación al exterior) y otras máquinas o equipos similares productores de polvo en instalaciones de tratamiento de grano, de almidón, de molturación de heno, de fertilizantes, etc,
 - plantas de pulverización de carbón, manipulación y utilización subsiguiente,
 - plantas de coquización,
 - plantas de producción y manipulación de azufre,
 - zonas de trabajo en las que se producen, procesan, manipulan, empaquetan o almacenan polvos metálicos de materiales ligeros,

- zonas de tratamiento de textiles como algodón, etc.,
- los almacenes y muelles de expedición, donde los materiales productores de polvo se almacenan o manipulan en sacos o contenedores,
- los demás emplazamiento similares en los que pueda estar presente en el aire y en condiciones normales de servicio, polvo combustible en cantidad suficiente para producir mezclas explosivas o inflamables.
- Algunos otros ejemplos de materiales que originan polvo combustible son el aluminio, magnesio, titanio, vanadio, antimonio, azufre, ajo, almendra, arroz, azúcar, cacao, celulosa, esparto, resina, etc.

■ Zona 20

Área de trabajo en la que una atmósfera explosiva en forma de nube de polvo combustible en el aire está presente de forma permanente, o por un período de tiempo prolongado, o con frecuencia.

Ejemplo:

Estas condiciones suelen darse únicamente en el interior de recipientes, tuberías, aparatos, etc. Por regla general, el interior de instalaciones (molinos, secadoras, mezcladoras, tuberías de transporte, silos, etc.) sólo se incluye aquí si en ellos se forman mezclas explosivas pulverulentas en cantidades peligrosas de manera permanente, prolongada o frecuente.

■ Zona 21

Área de trabajo en la que es probable la formación ocasional, en condiciones normales de explotación, de una atmósfera explosiva en forma de nube de polvo combustible en el aire.

Ejemplo:

Se incluyen aquí, entre otras áreas, las situadas en el entorno inmediato de estaciones de desempolvado o puestos de trasiego y zonas en las que se forman capas de polvo y en las que, en condiciones normales de explotación, ocasionalmente se forman concentraciones explosivas de polvo inflamable mezclado con aire.

■ Zona 22

Área de trabajo en la que no es probable, en condiciones normales de explotación, la formación de una atmósfera explosiva en forma de nube de polvo combustible en el aire o en la que, en caso de formarse, dicha atmósfera explosiva sólo permanece durante un breve período de tiempo.

Ejemplo:

Pueden incluirse aquí, entre otras, las áreas en torno a instalaciones que contienen polvo, cuando puedan producirse fugas de polvo por puntos no estancos que formen depósitos de polvo en cantidades peligrosas.

- Como orientación para dicha clasificación se podría utilizar la siguiente tabla:

ZONA		PRESENCIA DE ATMÓSFERA EXPLOSIVA
GAS	POLVO	
0	20	De forma continuada o durante largos períodos > 1000 horas/año
1	21	Ocasionalmente 10 – 1000 horas/año
2	22	Pocas veces o durante períodos cortos < 10 horas/año

Nota: No constituyen *áreas de riesgo* aquellas en las que se transportan sustancias inflamables sólo en tuberías que siempre se mantienen *técnicamente estancas*.

Nota: El polvo inflamable depositado entraña un potencial de explosión considerable. Los depósitos de polvo pueden acumularse en cualquier superficie de un área de trabajo. El polvo depositado puede quedar en suspensión a consecuencia de una explosión primaria y provocar gran número de explosiones en cadena de efectos devastadores.

05. PREVENCIÓN Y PROTECCIÓN CONTRA EXPLOSIONES

05.1. INTRODUCCIÓN

- Principios fundamentales de prevención y protección contra explosiones:

A. MEDIDAS TÉCNICAS

1. Prevención

- Impedir la formación de atmósferas explosivas.
- Evitar la ignición de atmósferas explosivas.

2. Protección

- Atenuar los efectos perjudiciales de una explosión a niveles aceptables.

B. MEDIDAS ORGANIZATIVAS

- Si existe la posibilidad de que se forme una atmósfera explosiva peligrosa, es necesario adoptar medidas de carácter técnico y/u organizativo contra explosiones.
- El riesgo de explosión se puede suprimir o reducir aplicando solamente uno de los principios de prevención y de protección, o mediante una combinación de dichos principios.
- En primer lugar, debe intentarse prevenir la aparición de una atmósfera explosiva.

- Cuando no sea posible excluir por entero la formación de atmósferas explosivas peligrosas, deberán adoptarse medidas para evitar las fuentes de ignición efectivas.
- De no ser altamente improbable la aparición simultánea de atmósferas explosivas peligrosas y de fuentes de ignición efectivas, también se requerirán medidas de protección constructivas, unidas a medidas organizativas.
- Estas medidas de carácter técnico y/u organizativo se revisarán periódicamente y, en cualquier caso, siempre que se produzcan cambios significativos.

05.2. MEDIDAS TÉCNICAS DE PROTECCIÓN CONTRA EXPLOSIONES

- Se entiende por medidas de protección contra explosiones todas las medidas que:
 1. impiden la formación de atmósferas explosivas peligrosas,
 2. evitan la ignición de atmósferas explosivas peligrosas o
 3. atenúan los efectos de explosiones hasta asegurar la salud y seguridad de los trabajadores.

05.2.1. PREVENCIÓN DE ATMÓSFERAS EXPLOSIVAS PELIGROSAS

- La prevención de atmósferas explosivas peligrosas siempre debe ir por delante de las demás medidas de protección contra explosiones.

05.2.1.1. Sustitución de las sustancias inflamables

- La formación de atmósferas explosivas peligrosas puede prevenirse evitando o reduciendo el uso de sustancias inflamables.

Ejemplo:

- sustitución de productos disolventes o de limpieza inflamables por soluciones acuosas,
- aumentar el tamaño de partícula de las sustancias utilizadas, de manera que no puedan formarse mezclas explosivas,
- humectación del polvo o la utilización de productos pastosos, de manera que no pueda producirse una suspensión de polvo.

05.2.1.2. Limitación de la concentración

- Los gases y polvos sólo tienen capacidad de explosión dentro de ciertos límites de concentración en mezcla con aire.

- En determinadas condiciones operativas y ambientales es posible mantenerse fuera de estos límites de explosividad. En este caso, no habrá riesgo de explosión si se garantiza el cumplimiento seguro de estas condiciones.
- En recipientes e instalaciones cerradas suele resultar relativamente fácil mantener la concentración de gases y vapores fuera de los límites de explosividad.

05.2.1.3. Inertización

- La formación de atmósferas explosivas peligrosas puede evitarse diluyendo el oxígeno del aire en el interior de instalaciones o el combustible con sustancias que no sean químicamente reactivas (sustancias inertes), lo que se denomina inertización.
- Aspectos a tener en cuenta para el dimensionado de esta medida de seguridad:
 - Conocer la concentración máxima de oxígeno (la concentración límite en oxígeno) o la concentración máxima admisible de combustible.
 - Prever un margen de seguridad amplio, si existe la posibilidad de que la concentración de oxígeno varíe con rapidez o difiera mucho en distintas partes de la instalación.
 - Considerar los posibles fallos de manipulación y defectos en los equipos.

- Considerar el lapso de tiempo necesario para que surtan efecto las medidas de protección o las funciones de emergencia tras su accionamiento.

Ejemplo:

- Como sustancias inertes gaseosas suele emplearse nitrógeno, dióxido de carbono, gases nobles, gases de combustión y vapor de agua.
- Como sustancias inertes pulverulentas cabe citar, por ejemplo, el sulfato de cal, el fosfato amónico, el bicarbonato sódico, la cal natural en polvo, etc.

05.2.1.4. Prevención o reducción de la formación de atmósfera explosiva en las inmediaciones de instalaciones

- La formación de una atmósfera explosiva peligrosa fuera de instalaciones debería prevenirse en la medida de lo posible mediante:
 - Utilización de instalaciones cerradas (aislamiento hermético de las partes de la instalación).
 - Diseño de instalaciones adecuado en condiciones de funcionamiento previsibles (mantenimiento periódico).
- Si no resulta posible prevenir la fuga de sustancias inflamables, se puede evitar la formación de atmósferas explosivas peligrosas mediante:

- Una ventilación adecuada.
- Para valorar la eficacia de ventilación, hay que tener en cuenta lo siguiente:
 - *Gases, vapores y nieblas*: para dimensionar la ventilación es necesario estimar:
 - cantidad máxima (caudal) de los gases, vapores y nieblas que pudieran escapar, y
 - conocer la localización de la fuente y las condiciones de su propagación.
 - *Polvos*: las medidas de ventilación sólo suelen deparar una protección suficiente:
 - si el polvo es aspirado en el punto en que se genera, y
 - si al mismo tiempo se previenen de manera fiable los depósitos de polvo peligrosos.
- En condiciones operativas favorables, la ventilación suficientemente fuerte puede reducir la probabilidad de que se forme una atmósfera explosiva peligrosa o reducir las dimensiones de los ámbitos con riesgo de explosión (zonas).
- En condiciones operativas desfavorables, se recomienda efectuar controles por muestreo de las concentraciones que se forman en diferentes puntos y momentos.

05.2.1.5. Utilización de aparatos detectores avisadores de gas

- La vigilancia de la concentración en el entorno de instalaciones puede efectuarse, mediante el empleo de detectores de gas.
- Los detectores de gas deben estar autorizados para su utilización en atmósferas potencialmente explosivas con arreglo al R.D. 400/1996 en lo que respecta a su seguridad como aparato eléctrico, y llevar la marca correspondiente.
- Se establecerá unos períodos de calibración y mantenimiento de los aparatos para asegurar su correcto funcionamiento, según indique el fabricante.
- Condiciones a tener en cuenta en la utilización de detectores de gas:
 - Conocimiento suficiente de las sustancias previsibles, ubicación de sus fuentes, sus intensidades máximas de emisión y sus condiciones de propagación.
 - Capacidad de funcionamiento del aparato acorde con las condiciones de utilización, particularmente en lo que respecta al tiempo de reacción, umbral de reacción y sensibilidad a las interferencias.
 - Prevención de estados peligrosos en caso de fallar alguna función del detector avisador de gas (fiabilidad).

- Posibilidad de registrar con rapidez y seguridad suficientes las mezclas previsibles mediante la selección adecuada del número y ubicación de los puntos de medición.
- Conocimiento de la zona expuesta al riesgo de explosión hasta que surtan efecto las medidas de seguridad activadas por el aparato. En las zonas inmediatamente contiguas (en función de los puntos anteriores) es necesario evitar las fuentes de ignición.
- Impedir de manera suficientemente segura que la activación de las medidas de seguridad forme una atmósfera explosiva peligrosa en las zonas situadas más allá de la proximidad inmediata, y prevenir otros riesgos por activación errónea.

05.2.2. PREVENCIÓN DE LAS FUENTES DE IGNICIÓN

- Cuando la formación de una atmósfera explosiva peligrosa no pueda impedirse, hay que prevenir su ignición.
- La prevención de la ignición de una atmósfera explosiva puede conseguirse con medidas de protección que evitan o reducen la probabilidad de aparición de fuentes de ignición.
- Para valorar el alcance de las medidas de protección, las áreas de riesgo deben clasificarse en zonas en función de la probabilidad de que una atmósfera explosiva peligrosa coincida en el tiempo y en el espacio con una fuente de ignición.

- Para determinar las medidas de protección eficaces deben conocerse los diferentes tipos de fuentes de ignición y su modo de acción.

05.2.2.1. Alcance de las medidas de protección

- La envergadura de las medidas de protección dependerá de la probabilidad de aparición de una atmósfera explosiva peligrosa (clasificación en zonas de riesgo).
- Al determinar el alcance de las medidas de protección debe tenerse en cuenta lo indicado en el siguiente cuadro:

El cuadro es aplicable a todo tipo de fuentes de ignición.

Clasificación	Las fuentes de ignición deben prevenirse de manera segura en caso de:
0 ó 20	<ul style="list-style-type: none"> - funcionamiento sin avería (condiciones de explotación normales), - averías previsibles y - averías raras
1 ó 21	<ul style="list-style-type: none"> - funcionamiento sin avería (condiciones de explotación normales) y - averías previsibles
2 ó 22	<ul style="list-style-type: none"> - funcionamiento sin avería (condiciones de explotación normales)

Cuadro 05.1. Clasificación de las áreas de riesgo

05.2.2.2. Tipos de fuentes de ignición

- En la norma europea EN 1127-1 se distinguen trece fuentes de ignición:
 1. Superficies calientes
 2. Llamas y gases calientes
 3. Chispas de origen mecánico
 4. Material eléctrico
 5. Corrientes eléctricas parásitas, protección contra la corrosión catódica
 6. Electricidad estática
 7. Rayo
 8. Campos electromagnéticos comprendidos en una gama de 9 kHz a 300 GHz
 9. Radiación electromagnética comprendida en una gama de 300 GHz a 3×10^{16} Hz o longitudes de onda de $1000 \mu\text{m}$ a $0,1 \mu\text{m}$ (rango del espectro óptico)
 10. Radiación ionizante
 11. Ultrasonidos
 12. Compresión adiabática, ondas de choque, gases circulantes
 13. Reacciones químicas

05.2.2.2.1. Superficies calientes

- Las atmósferas explosivas pueden encenderse por contacto con superficies calientes cuando la temperatura de una superficie alcance la temperatura de ignición de la atmósfera explosiva.
- Deberá mantenerse un determinado margen de seguridad entre la temperatura máxima previsible en la superficie y la temperatura de ignición de la atmósfera explosiva, si existe la posibilidad de que una atmósfera explosiva entre en contacto con una superficie caliente.

Ejemplo:

- Entre las superficies calientes con funcionamiento normal figuran, por ejemplo, las calefacciones, determinados materiales eléctricos, tuberías calientes, etc.
- Entre las superficies calentadas por funcionamiento defectuoso cabe citar, por ejemplo, el sobrecalentamiento por fricción debido a una lubricación insuficiente.

Nota:

- Los depósitos de polvo tienen un efecto aislante y, por lo tanto, obstaculizan la evacuación del calor hacia fuera. Este proceso puede llegar hasta la ignición de la capa de polvo.

05.2.2.2.2 Llamas y gases calientes

- Las llamas, incluso las muy pequeñas, figuran entre las fuentes de ignición más efectivas.
- Tanto las propias llamas como las partículas sólidas incandescentes pueden producir la ignición de una atmósfera explosiva.
- En las zonas 0 y 20, las llamas deben excluirse totalmente.
- En las zonas 1, 2, 21 y 22, sólo podrán tolerarse las llamas que estén confinadas de manera segura.
- Las llamas desnudas ocasionadas por trabajos de soldadura o fumar deben impedirse con medidas organizativas.

05.2.2.2.3. Chispas de origen mecánico

- En operaciones que implican fricción, choque y abrasión, pueden desprenderse chispas que, a su vez, pueden provocar la ignición de gases y vapores inflamables y de algunas mezclas de niebla o polvo con aire (especialmente mezclas de polvo metálico con aire).
- En el polvo depositado las chispas pueden iniciar un fuego latente y éste puede convertirse en la fuente de ignición de una atmósfera explosiva.

- También puede producir chispas la penetración de materiales extraños (p. ej. piedras o trozos de metal) en aparatos o partes de instalaciones.

05.2.2.2.4. Reacción química

- En el caso de las reacciones químicas con generación de calor (reacciones exotérmicas), las sustancias pueden calentarse y convertirse en fuentes de ignición.
- Este autocalentamiento es posible cuando la velocidad de producción de calor es superior a la velocidad de disipación del calor hacia el entorno.
- Entre otros parámetros, son decisivos la relación volumen/superficie del sistema reactivo, la temperatura ambiente y el tiempo de permanencia.
- A su vez, las sustancias inflamables que puedan haberse formado con la reacción química (p. ej. gases o vapores) pueden, en contacto con el aire ambiente, formar una atmósfera explosiva y, de este modo, aumentar considerablemente la peligrosidad de estos sistemas.

05.2.2.2.5. Material eléctrico

- Las fuentes de ignición posibles en instalaciones eléctricas son las provocadas, incluso con tensiones pequeñas, por chispas eléctricas y por superficies calientes.
- En las áreas de riesgo sólo deberá utilizarse material eléctrico que cumpla los requisitos del anexo II de la Directiva 1999/92/CE. En todas las zonas, el material nuevo deberá seleccionarse con arreglo a las categorías establecidas en la Directiva 94/9/CE.
- Conforme al documento de protección contra explosiones, los equipos de trabajo, incluidos los dispositivos de alerta, deben ser diseñados, manipulados y mantenidos prestando la debida atención a la seguridad.

05.2.2.2.6. Electricidad estática

- En condiciones operativas habituales pueden producirse descargas en las formas siguientes:
 - Descargas de chispas: Pueden producirse por la carga de partes conductoras no conectadas a tierra.
 - Descargas en penacho: Pueden producirse en las partes cargadas de material no conductor, entre las que figuran la mayoría de las materias plásticas.
 - Descargas en haces deslizantes: Las llamadas descargas en haces deslizantes pueden producirse en procesos de separación muy rápidos, por ejemplo películas en movimiento sobre rodillos, en operaciones de transporte neumático por

tubos o recipientes revestidos de material aislante, o en correas de transmisión.

- Descargas en conos de apilado: Las descargas en conos de apilado pueden producirse, por ejemplo, en el llenado neumático de silos.
- Todas estas formas de descarga deben considerarse capaces de encender la mayoría de los gases y vapores de disolventes, al igual que las mezclas de nieblas o polvos con aire. Las descargas en penacho, en cambio, sólo deben considerarse como una posible fuente de ignición de polvos altamente inflamables.
- **Medidas de protección importantes que deben observarse en función de la zona:**
 - poner a tierra los objetos e instalaciones conductoras,
 - llevar calzado apropiado en suelos de revestimiento apropiado,
 - evitar materiales y partes de escasa conductividad eléctrica,
 - reducir las superficies no conductoras, y
 - en los procesos de transporte y llenado de polvos, evitar los tubos y recipientes metálicos conductores revestidos por dentro de aislamiento eléctrico.

05.2.3. LIMITACIÓN DE LOS EFECTOS DE LAS EXPLOSIONES

- La combinación de medidas preventivas con otras medidas adicionales que limitan los efectos nefastos de las explosiones para los trabajadores permite alcanzar el máximo nivel posible de seguridad.
- Junto con las medidas preventivas, es necesario prever también, en caso necesario, medidas adicionales que entren en funcionamiento una vez se haya producido una ignición.
- Deben adoptarse medidas que limiten los efectos de una explosión hasta un nivel inocuo, en aquellos casos en los que, las medidas para prevenir la formación de atmósferas explosivas y las fuentes de ignición no pueden realizarse con la fiabilidad suficiente.
- Estas medidas se conciben para limitar los efectos peligrosos de explosiones originadas en el interior de las instalaciones.
- En el caso de la detonación, salvo para gases y líquidos en tuberías, no se pueden disponer de elementos que limiten sus consecuencias en el caso de producirse, ya que no se dispone del tiempo de respuesta adecuado, necesario en todo momento de protección, además de que las presiones que genera son mucho más elevadas.
- A la hora de aplicar medidas de protección frente a explosiones en equipos e instalaciones, es necesario determinar previamente

unos puntos básicos para definir qué sistema es posible aplicar, siendo los datos más corrientemente requeridos los siguientes:

- Severidad de la explosión, es decir la velocidad máxima con que se incrementa la presión y la presión máxima alcanzable.
 - Concentración mínima que se requiere para que se produzca la explosión.
 - Concentración mínima de oxígeno requerida.
 - Mínima energía requerida para que se produzca la ignición.
- Figuran entre tales medidas de protección frente a explosiones:
 - » venteo o alivio de la presión;
 - » supresión de la explosión;
 - » prevención de la propagación de las llamas y de la explosión (aislamiento e interrupción de la explosión).
 - Pueden adoptarse asimismo medidas estructurales como, por ejemplo, muros antideflagración.
 - Al determinar las medidas de protección constructiva se deberán optar por aparatos y sistemas de seguridad que corresponden a los requisitos del R.D. 400/1996.

05.2.3.1. Sistema de venteo o alivio de presión



Figura 05.1. *Sistemas de venteo de explosiones*

- El sistema de venteo comprende en sentido amplio todo aquello que, durante la formación o tras cierto desarrollo de una explosión, sirve para abrir momentánea o permanentemente hacia una dirección segura la instalación inicialmente cerrada en la que se lleva a cabo la explosión si se alcanza la presión de respuesta de un dispositivo de descarga.
- Es un método de protección basado en la apertura de unos paramentos débiles en las paredes de una planta o equipo al principio del desarrollo de una explosión, de forma que la fuerza principal de la explosión se disipa en el aire y el aumento de presión se limita a un nivel aceptable.
- El sistema de venteo o alivio de la presión que se genera durante la explosión tiene por objeto limitar su crecimiento a valores inferiores a la de diseño de la instalación o el equipo, es decir,

impedir que la instalación o el equipo se vea solicitado más allá de su resistencia a la explosión.

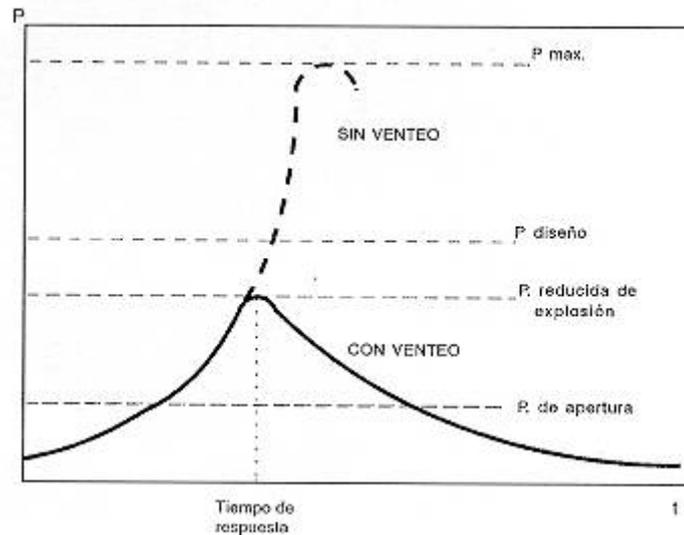


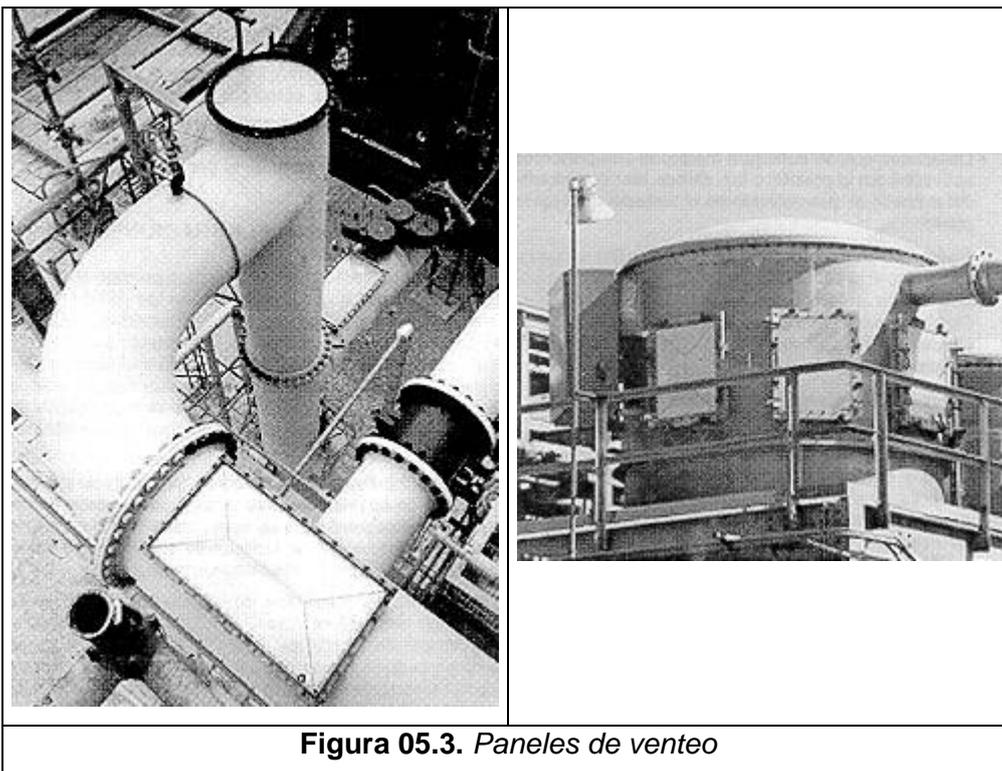
Gráfico 05.1. Variación de la presión con y sin venteo

- El venteo o alivio de presión, prácticamente, se realiza disponiendo en los equipos membranas ligeras (paneles de ruptura), con una presión de ruptura predeterminada, las cuales son capaces de actuar casi instantáneamente, de forma predecible y sin resistencia frente a la presión.



Figura 05.2. Panel de venteo

- Tipos de paramentos débiles de venteo, empleados para el venteo de equipos de proceso y de locales de trabajo:
 - *panel ligero pero rígido,*
 - *paneles de ruptura,*
 - *puertas de explosión con bisagras,*
 - *venteos reversibles.*



- Ventajas que presentan los paneles o membranas de ruptura:

- Indicadores de ruptura del panel y posibilidad de conexión a otros sistemas de seguridad del proceso.
 - Conexión a tierra, en prevención de la electricidad estática.
 - Aislamiento, para aquellas instalaciones que estén aisladas térmicamente, y con ello evitar la pérdida de calor y la condensación.
 - Aplicaciones higiénicas en alimentación y farmacia.
-
- Si se aplica la medida de protección “*venteo o alivio de presión*”, es necesario asegurar que las partes de instalación situadas en los tramos anteriores y posteriores se desconecten en caso de explosión. Estos sistemas deben ir completados mediante dispositivos pasivos de aislamiento de la explosión tales como válvulas rotativas, barreras de contención de explosiones o activos tales como inertización, activación de barreras químicas o válvulas de acción rápida.
 - En cuanto a la ubicación física del sistema de venteo, hay que tener en cuenta que en su funcionamiento no solo se efectúa el alivio de presión, sino que hay salida de quemados, inquemados y llamas, lo que puede ser origen de explosiones secundarias, razón por la cual la salida debe ser dirigida a una zona segura, lo cual puede condicionar su utilización.
 - El venteo se debe localizar de forma que evite lesiones al personal y minimice los efectos de incendio y de la onda de explosión.

- El cálculo de las necesarias áreas de descarga para instalaciones presupone, entre otras cosas, conocer los parámetros de seguridad de la mezcla.
- El venteo resulta inadecuado y no se debe usar si entraña la emisión de sustancias nocivas para las personas o para el medio ambiente (p. ej. sustancias tóxicas).
- El accionamiento de los *dispositivos de venteo o alivio de explosiones* puede provocar efectos considerables en forma de llamas y presiones en la dirección de descarga.
- El frente de llama debe tener un acceso libre y sin obstáculos hacia el venteo.

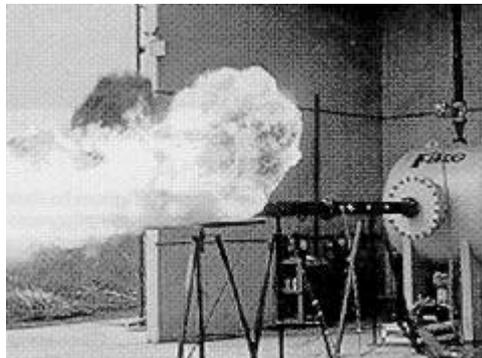


Figura 05.4. Venteo de llama

■ **Conductos de venteo**

- Son unas conducciones al exterior para evitar los efectos sobre las personas de los chorros de llama y la onda de choque que salen por el orificio de venteo.
- La sección transversal del conducto debe ser como mínimo la del área de venteo y se instalan entre el venteo y un lugar exento de peligros.

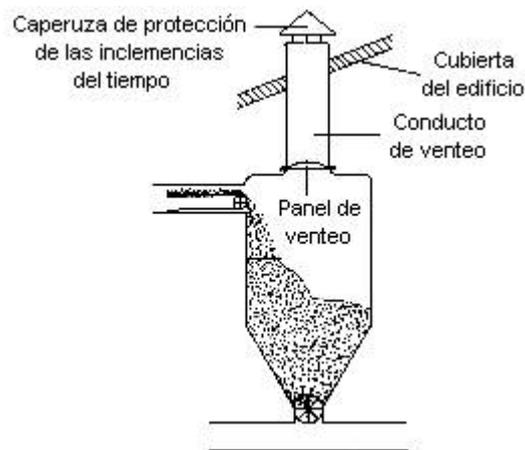


Fig. 05.5. Ilustración del empleo de un conducto de venteo para la conducción de la nube de polvo no quemada y las llamas a un lugar seguro

■ Venteo sin llamas

- En aquellas ocasiones en las que no se dispone o no es adecuado dirigir el escape a una zona de seguridad, se deberá disponer de elementos que supriman la salida de llama al producirse la ruptura de la membrana (filtro de llama).

- El filtro de llama se basa en el hecho de que la propagación de una llama puede eliminarse si se disipa su energía, físicamente realizable haciéndola pasar por un intercambiador especialmente diseñado en el que la temperatura se reduce por debajo de la temperatura de ignición de la materia de que se trate.

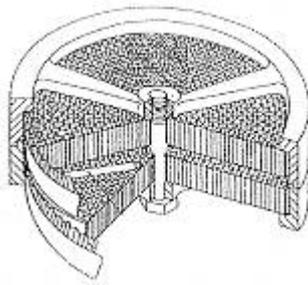


Figura 05.6. *Venteo de explosión sin llama,
esquema del interior del enfriador*

- La inclusión del filtro de llamas reduce la capacidad de venteo del panel de ruptura.
- Sistema de venteo de explosiones sin llama, es el conjunto formado por una membrana de ruptura en serie con un filtro.
- La combinación de panel de ruptura y filtro de llamas, permite ventear las instalaciones en áreas cerradas, siempre y cuando se adopten las medidas adecuadas y

las sustancias venteadas cumplan determinados requisitos, como por ejemplo no ser tóxicas.

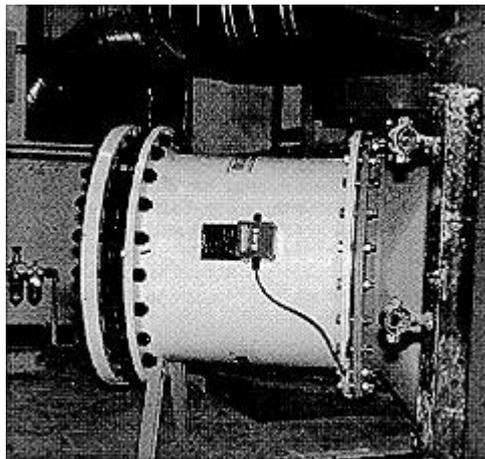


Figura 05.7. Venteo de explosión sin llama

05.2.3.2. Sistema de supresión de la explosión

- Un sistema de supresión de explosiones activo está diseñado para actuar, tras la detección de una combustión incipiente, descargando instantáneamente agentes extintores que apagan la reacción de combustión, evitando así el incremento de la presión en el interior de espacios o recintos industriales por encima de un valor predeterminado.
- La limitación y confinamiento de la llama en los primeros estadios de la explosión, contribuye a evitar explosiones en aquellos recintos en los que se opera con equipos, dentro de los cuales es inevitable la deposición de polvo (ejemplos: molinos,

quebrantadores, mezcladores, cintas transportadoras, silos, tolvas, elevadores de cangilones, transportadores neumáticos, filtros, ciclones y lechos de secado).

- Esta protección hace extensiva su influencia al personal operativo que trabaja en estas áreas.
- La técnica de los sistemas supresores de explosión resulta de indudable interés, si se considera que la presión máxima de explosión puede alcanzar valores de hasta 10 bar (manométricos), presiones éstas considerables desde el momento en que gran cantidad de silos no resisten presiones superiores a 0,4 bar.
- Su instalación es especialmente útil en aquellos casos en los que el alivio de explosiones por venteo es impracticable, así como en aquellos otros en los que a la explosión en sí se asocian emisiones de gases/vapores/polvos tóxicos o peligrosos en general para el entorno, situaciones éstas que hacen improcedente la instalación de paramentos débiles de venteo.
- Estos sistemas constan de un dispositivo sensor que detecta explosiones incipientes (con la colaboración de amplificadores especiales) y de unos extintores presurizados cuyas válvulas son activadas por el sistema sensor.
- Esta activación provoca que el medio extintor se inyecte dentro del espacio a proteger y se disperse uniformemente en el intervalo de tiempo más corto posible.

- Tal posibilidad reside, precisamente, en la existencia de este intervalo de tiempo, entre el comienzo de la deflagración y la formación de la presión destructora, intervalo éste en el que el sistema de supresión puede entrar en funcionamiento.
- En caso de explosión, los dispositivos de supresión de explosiones actúan por inyección rápida de productos de extinción en recipientes e instalaciones para impedir que allí se alcance la presión máxima de explosión.
- Su funcionamiento se desarrolla en tres etapas fundamentales:
 - » **Detección:**
 - Se consigue mediante componentes activados por la presión o luz, siendo las condiciones del proceso el que determinan el sistema más apropiado.
 - Debe ser automática, de forma que se produzca en el primer estadio de la explosión.
 - Los detectores deben ajustarse de forma que "sepan" discernir entre la presión inherente a la explosión en sí y la debida a otros factores o variables ajenos a aquélla en el ámbito de su funcionalidad.

- Los detectores estáticos actúan al alcanzarse un nivel de presión estática prefijado, los dinámicos actúan con la variación de velocidad del aumento de presión.

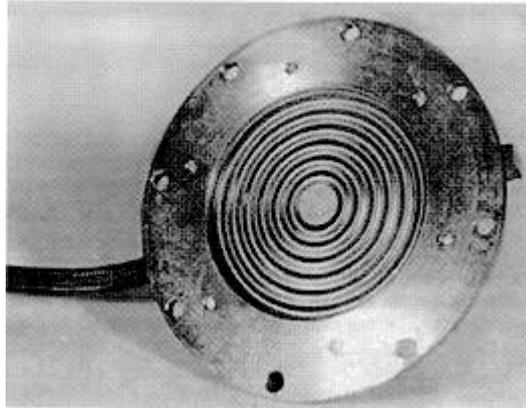


Figura 05.8. Sensor de membrana de un detector de presión

- En aquellos casos en los que la detección de presión no es posible (mezclas de aire y combustible no confinadas), se aprovecha la radiación emitida por toda explosión incipiente, empleándose tubos fotoeléctricos (ultravioletas) o células fotoeléctricas (infrarrojos), con lo que el conjunto reacciona en milisegundos. Cuando por las características del material y equipo se requiere detección térmica, se utilizan termopares de alta velocidad de resolución.

» **Iniciación:**

- Se envía una señal al sistema de control electrónico indicando que se ha detectado un proceso de combustión.

- El sistema de control procesa la señal recibida e inicia la secuencia de apertura del recipiente que contiene el agente extintor.

- » **Supresión:**
 - Esta etapa la desarrolla el propio detector, junto con el extintor, desencadenándose la rápida difusión del agente extintor a un ritmo más rápido que la propagación de la llama, bien aprovechando la propia fuerza de la explosión, bien mediante la descarga electroexplosiva de un agente sobrepresurizado, con lo que la llama se extingue antes de que los incrementos de presión y temperatura puedan ser destructivos.

 - Los supresores se instalan dentro de los equipos: tanques, recipientes de procesos químicos, sistemas de recuperación de vapores inflamables, equipos que manipulen o almacenen polvos combustibles, etc., utilizándose los de diseño cilíndrico siempre que se requiera una dispersión uniforme en el interior de aquéllos.

 - El mecanismo de la supresión en sí es una inhibición química acompañada de enfriamiento, inertización o sofocamiento.

 - El agente supresor puede ser un líquido vaporizable con el proceso de combustión en cuestión, un producto químico seco o una combinación de los dos anteriores.

- Estos sistemas utilizan como agente supresor y en orden decreciente de eficacia: polvo, agua, soluciones de agente humectante, agua con glicerina cuando resulta preciso protección anticongelante y halones 1211 y 1301.

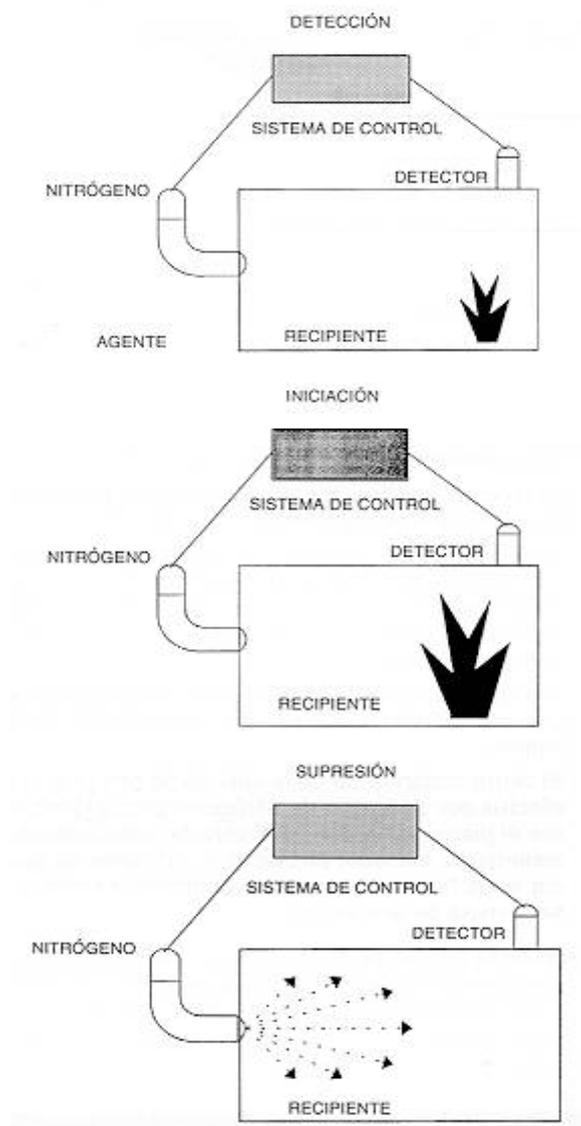


Figura 05.9. Esquema de supresión de explosiones

- La detección y control del sistema se opera eléctricamente. Es apropiado disponer de un centro de energía suplementario (baterías), ante la eventualidad de un corte en el suministro de energía, a fin de que el sistema permanezca siempre operativo.
- Los efectos de una explosión quedan limitados al interior del aparato, contrariamente a lo que ocurre en la descarga de la explosión. Según la ejecución del dispositivo, la sobrepresión por explosión puede reducirse a aproximadamente 0,2 bar.
- La implantación de un dispositivo de supresión de explosiones no excluye que, en su caso, deba preverse también la desconexión de las partes de instalación situados en los tramos anteriores y posteriores.
- Los dispositivos de supresión de explosiones deben ser controlados y marcados como sistemas de seguridad conforme al R.D. 400/1996.



Figura 05.10. Sistema de supresión de explosión instalado en un ciclón

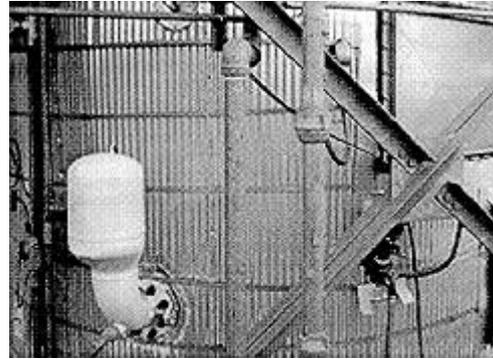


Figura 05.11. Montaje combinado de supresor de explosiones y panel de venteo

05.2.3.3. Aislamiento e interrupción de la explosión, “desconexión”

- El objetivo de un sistema de aislamiento es evitar la propagación de la explosión a lo largo del proceso, limitar el efecto al equipo donde se inicio la explosión.
- Las explosiones se propagan a través de tuberías, y en todo proceso existen conducciones que intercomunican los equipos, o bien las conducciones pueden terminar en áreas de trabajo de personas.
- En caso de producirse una explosión en una parte de la instalación, ésta puede propagarse hacia los tramos anteriores y posteriores y provocar allí otras explosiones.

- Las presiones de explosión así generadas pueden rebasar ampliamente la presión máxima de explosión en condiciones normales, e incluso llegar a la destrucción de partes de instalación construidas para resistir a la presión de explosión o al choque de la presión de explosión.
- Es importante limitar las explosiones posibles a partes de instalación aisladas. Se consigue con el aislamiento e interrupción de la explosión (desconexión) en caso de producirse ésta.
- Los sistemas de aislamiento se basan en evitar el avance de las llamas, existiendo varias técnicas para lograr dicho objetivo:
 - **Sistemas mecánicos activos** (válvulas de aislamiento): diseñados para actuar tras la detección de una combustión en estado inicial por aislamiento mecánico de la misma, evitando así su propagación. Se puede realizar utilizando válvulas de compuerta con cierre instantáneo.
 - **Sistemas de aislamiento químico**: se diferencian de los sistemas activos en que el progreso de las llamas es detenido mediante la descarga de un agente extintor, en lugar del cierre de una válvula.
- Para la desconexión de partes de instalación se dispone, por ejemplo, de los sistemas siguientes:
 - aislamiento mecánico rápido

- extinción de llamas en intersticios estrechos o mediante inyección de agentes extintores
- detención de las llamas mediante fuerte contracorriente
- intercepción hidráulica
- compuertas.

05.2.3.3.1. Dispositivos apagallamas para gases, vapores y nieblas

- Pueden utilizarse dispositivos apagallamas:
 - Para evitar que en una atmósfera explosiva puedan producirse una propagación de llamas, por ejemplo a través de tuberías, respiraderos y conductos de alimentación y evacuación que no estén llenos de líquido de manera permanentemente.
 - Para impedir el retroceso de llamas desde el interior de un aparato hacia un área con riesgo de explosión.
- El funcionamiento de los dispositivos apagallamas se basa esencialmente en uno o varios de los mecanismos siguientes:
 - extinción de llamas en intersticios y canales estrechos (p. ej. mallas, metales sinterizados);
 - detención de un frente de llamas mediante evacuación de las mezclas sin quemar a la velocidad pertinente (válvulas de alta velocidad);
 - detención de un frente de llamas mediante intercepción líquida (p. ej. mallas o cierres hidráulicos).

05.2.3.3.2. Dispositivos de desconexión para polvos

- Dado el riesgo de obstrucción, los dispositivos apagallamas para gases, vapores y nieblas no son viables en presencia de polvos.
- Dispositivos que pueden utilizarse para prevenir la propagación de explosiones de polvo a través de tuberías de comunicación, instalaciones de transporte o similares, así como la salida de llamas de partes de instalaciones:

■ Barreras extintoras

- En cuanto la explosión es reconocida por los detectores, los extintores inyectan en la tubería agentes extintores que sofocan las llamas.
- Esto no tiene efecto alguno sobre la presión de explosión que se forma por delante de la barrera de extinción.
- También es necesario calcular la resistencia de los conductos y aparatos situados en los tramos posteriores a la barrera habida cuenta de la presión previsible.
- El agente extintor debe adaptarse al tipo de polvo existente en cada caso.

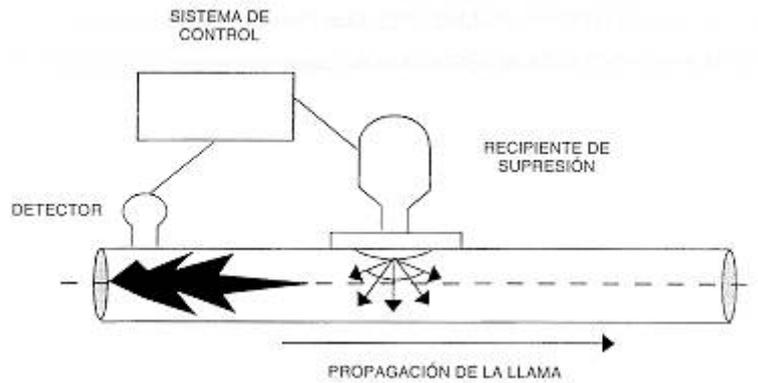


Figura 05.12. Equipo de aislamiento de explosiones mediante agente extintor

- **Correderas de cierre instantáneo, compuertas de cierre rápido**
 - La explosión que discurre por la tubería es reconocida por los detectores.
 - Un mecanismo de accionamiento cierra la corredera o la compuerta en cuestión de milisegundos.

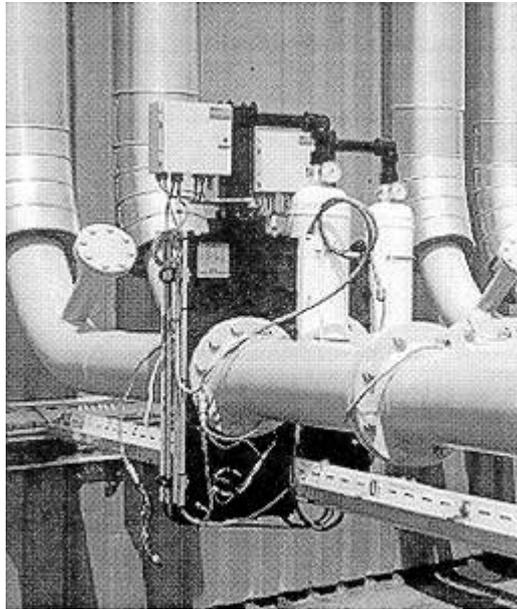


Figura 05.13. Equipo de aislamiento de explosiones mediante compuerta mecánica

- **Válvula de cierre rápido (válvula de seguridad contra explosiones)**
 - Si se rebasa cierta velocidad de flujo se cierra una válvula en la tubería.
 - La velocidad de flujo requerida para el cierre de la válvula es la generada ya sea por la onda expansiva de la explosión ya sea por un flujo auxiliar controlado por el detector (p.ej. insuflación de nitrógeno sobre el cono de la válvula).
 - Las válvulas de cierre rápido conocidas hasta la fecha sólo pueden instalarse en tuberías posicionadas horizontalmente, y

además sólo resultan apropiadas en tuberías con una carga de polvo relativamente escasa (p. ej. en instalaciones de filtrado: en el lado del aire purificado).

■ Válvulas rotativas

- Las válvulas rotativas sólo pueden instalarse como barrera si está acreditada su estanqueidad a la transmisión de la llama interior y su resistencia a la carga por compresión en las condiciones de servicio previstas en cada caso.
- En caso de explosión, el movimiento del rotor se debe detener automáticamente mediante un detector, al objeto de evitar la salida de productos en combustión.

■ Dispositivo desviador de la explosión

- Un dispositivo desviador de la explosión consta de segmentos de tubería conectados entre sí a través de un trozo de tubería especial.
- El cerramiento de la tubería frente a la atmósfera está dotado de un dispositivo de descarga (placa de recubrimiento o disco de ruptura).
- La propagación de la explosión se evita invirtiendo la dirección de circulación con simultánea descompresión en el codo

donde se produce el desvío, una vez abierto el dispositivo de descarga.

- No siempre es posible impedir la propagación de una explosión de manera fiable mediante un dispositivo desviador, aunque sí se puede frenar el avance del frente de llamas de tal manera que en el tramo posterior de la tubería se produzca como máximo un lento arranque de la explosión.
- Debe evitarse la proyección de fragmentos del dispositivo de descarga, p. ej. con una rejilla protectora.
- La descarga debe efectuarse siempre hacia una dirección sin riesgo, y en ningún caso hacia zonas de trabajo o vías de tránsito.
- Esta medida de seguridad no será viable si entraña la emisión de sustancias nocivas para las personas o el medio ambiente.

■ **Obturación (producto utilizado como barrera)**

- Una barrera de altura suficiente formada por el propio producto (p. ej. en la boca de descarga de un silo), en conjunción con la medida de protección “venteo o alivio de la presión”, puede resultar apropiada para aislar partes de instalaciones.

- La altura de apilado debe ser la suficiente, asegurada por un indicador de nivel, para que el producto resista la onda de choque de la explosión y las llamas no puedan atravesar esta barrera.

■ Corredera doble

- Un sistema de doble corredera instalado en la boca de descarga de producto de aparatos resistentes a las explosiones puede detener la propagación de llamas por ese punto.
- En tal caso, las correderas deben ofrecer como mínimo la misma resistencia que el aparato.
- Con las maniobras de control pertinentes, debe asegurarse que alternativamente siempre haya una corredera cerrada.

Nota: Todos los dispositivos de desconexión sometidos al R.D. 400/1996 deben estar controlados como sistemas de protección conforme a los requisitos de éste y llevar la identificación correspondiente.

05.3. MEDIDAS ORGANIZATIVAS

- Cuando en un lugar de trabajo exista un riesgo potencial de explosión, ello plantea también exigencias a la organización del trabajo.
- Deberán adoptarse medidas organizativas cuando las medidas técnicas no basten para garantizar y mantener la protección contra explosiones en el lugar de trabajo.
- En la práctica, la seguridad del entorno de trabajo también podrá alcanzarse mediante la combinación de medidas técnicas y organizativas para la protección contra explosiones.
- Mediante medidas organizativas las fases de trabajo se configuran de tal manera que no puedan exponer a los trabajadores a riesgos de explosión.
- El mantenimiento de las medidas de protección técnicas mediante inspección, mantenimiento y reparación también debe quedar fijado mediante medidas organizativas.
- Las medidas organizativas adoptadas para la protección contra explosiones deben documentarse en el documento de protección contra explosiones.
- Relación no exhaustiva de medidas organizativas que deberán realizarse:

- » Formación e información de los trabajadores
- » Elaboración de instrucciones de trabajo por escrito
- » Aplicación de un sistema de “permiso para trabajar”

05.3.1 Formación e información de los trabajadores

- El empresario deberá proporcionar a los trabajadores una formación e información adecuadas y suficientes sobre los riesgos de explosión existentes en el lugar de trabajo y de las medidas de protección en caso de explosiones.
- En esta formación e información de los trabajadores debe explicarse los siguientes aspectos:
 - Cómo y en qué puntos del lugar de trabajo surge el riesgo de explosión.
 - Las medidas de protección contra las explosiones y su funcionamiento.
 - La manipulación correcta de los equipos de trabajo disponibles.
 - La ejecución segura de las tareas en *áreas de riesgo* o a proximidad de éstas.
 - El significado de la posible señalización de las *áreas de riesgo*
 - La indicación de los equipos móviles cuya utilización está autorizada en estas áreas.
 - Los equipos de protección personal que deben utilizar durante el trabajo.

- Las instrucciones de servicio existentes.
- La formación de los trabajadores debe realizarse en los momentos siguientes:
 - su contratación (antes de comenzar la actividad),
 - un traslado o una modificación de sus tareas,
 - la introducción o modificación de equipos de trabajo,
 - la introducción de una nueva tecnología.
- La formación de los trabajadores debe efectuarse a intervalos apropiados, por ejemplo una vez al año.
- La instrucción debe correr a cargo de una persona debidamente capacitada.
- Debe documentarse por escrito la fecha, el contenido y los participantes en las acciones de instrucción.

05.3.2. Instrucciones de trabajo

- Las instrucciones de trabajo son disposiciones y normas de comportamiento vinculantes relacionadas con la actividad en las áreas de riesgo que el empresario da a los trabajadores por escrito, cuando así lo exija el documento de protección contra explosiones.

- Las instrucciones de trabajo deberán estar recogidas por escrito cuando se traten de tareas críticas debido a la importancia de los riesgos, la complejidad del trabajo o bien a la ocasionalidad del mismo.
- En las instrucciones de trabajo se describen los peligros que el lugar de trabajo entraña para el hombre y el medio ambiente, y se señalan las medidas protectoras adoptadas o de cumplimiento obligado.
- Las instrucciones de trabajo para lugares de trabajo con riesgo de atmósfera explosiva también deben reflejar especialmente:
 - dónde existen qué riesgos,
 - dónde y cómo se autorizan qué equipos de trabajo móviles, y
 - si es preciso utilizar algún equipo de protección personal.
- Las instrucciones de trabajo son elaboradas por el empresario o una persona capacitada por él designada.
- Las instrucciones de trabajo deben redactarse de tal modo que todo trabajador pueda comprender y aplicar su contenido.
- Las instrucciones de trabajo relativas a una actividad y que describen riesgos diversos u obedecen a disposiciones legales diferentes pueden resumirse en una misma instrucción de servicio. Se consigue así un enfoque homogéneo de los riesgos.

- Las instrucciones de trabajo en una empresa, se recomienda una presentación homogénea, a fin de aprovechar el efecto de reconocimiento.

05.3.3. Autorización de trabajos

- El procedimiento que autorice la ejecución de trabajos deberá aplicarse:
 - en trabajos dentro o a proximidad de un área de riesgo que pudieran dar lugar a una explosión,
 - en procesos de trabajo que puedan plantear riesgos por solaparse con otros trabajos.
- El procedimiento de “autorización de trabajo” puede realizarse, por ejemplo, mediante un formulario de autorización para trabajar que deben recibir y firmar todos los participantes.



AUTORIZACIÓN DE TRABAJOS ESPECIALES	
Validez desde _____ hasta _____	
RESPONSABLE UNIDAD	RESPONSABLE EJECUCIÓN
El equiparreo está <input type="checkbox"/>	Interrumpida las horas <input type="checkbox"/>
El explosímetro da <input type="checkbox"/>	Colocadas bridas en <input type="checkbox"/>
la atmósfera es resp <input type="checkbox"/>	Existe ventilación de <input type="checkbox"/>

- Las autorizaciones de trabajo deberán ser expedidas por una persona expresamente autorizada para ello.
- Las autorizaciones de trabajo deberán ser expedidas antes del comienzo de los trabajos.
- El tiempo de validez de la autorización de trabajo se establecerá, conjuntamente, por los responsables de la misma.
- Si las condiciones de seguridad cambian durante el trabajo o la duración del mismo fuera superior a la prevista, deberá renovarse el documento.
- Tras terminar el trabajo, la autorización se deberá entregar a la persona que lo ha autorizado.
- Al término de los trabajos debe comprobarse si sigue manteniéndose o se ha restablecido la seguridad de la instalación.
- Debe informarse a todos los participantes sobre la finalización de los trabajos.

05.3.3.1. Contenido mínimo de información que debe contener una autorización de trabajo:

- La autorización de trabajo debe constar de los apartados esenciales que se citan a continuación:

- fecha,
- localización del lugar de trabajo
- descripción del trabajo,
- especificación de los riesgos existentes y previsibles,
- comprobación de que la instalación está en condiciones de seguridad,
- equipos de protección colectiva o individual que hay que usar,
- si hay personal ajeno a la empresa, datos de la empresa contratada y teléfonos de emergencias,
- el nombre de las personas que autorizan la operación del trabajo,
- el nombre de la persona que vaya a intervenir, y
- la duración de la autorización

05.3.3.2. Acciones que deben realizar las distintas personas responsables implicadas en el proceso:

- La persona responsable de la unidad funcional o sección en donde se realiza el trabajo deberá:
 - cumplimentar los apartados de la autorización que le correspondan,
 - facilitar a la persona responsable de realizar el trabajo toda la información relativa a la seguridad,
 - dejar practicables las instalaciones donde se deba trabajar,

- comprobar la disposición de las medidas de emergencia de la empresa (primeros auxilios, evacuación, etc.).
- La persona responsable de la ejecución de un trabajo que requiera autorización deberá:
 - cumplimentar los apartados de la autorización que le correspondan y firmarla,
 - no iniciar el trabajo si en la autorización no figura toda la información imprescindible,
 - inspeccionar el lugar de trabajo y asegurarse de que se cumplan todas las medidas de seguridad,
 - verificar la adecuada formación de las personas que efectúen el trabajo e informarle de la manera de realizarlo así como de los riesgos que implica su ejecución y las medidas preventivas pertinentes.
- Las personas que realizan el trabajo deberán:
 - firmar la autorización después de leerla y asumir su contenido,
 - llevarla siempre consigo,
 - cumplir las normas de seguridad especificadas en ella,
 - respetar la duración establecida para la autorización,
 - entregar el documento a la persona responsable del trabajo, una vez finalizado,
 - si hay cambios en las condiciones de seguridad de la instalación, interrumpir el trabajo y comunicarlo para revisar la autorización.

AUTORIZACIÓN DE TRABAJO				Código Documento			
Instalación/Equipo _____		VALIDEZ (fecha/hora) desde _____ / _____ hasta _____ / _____					
TIPO DE TRABAJO: Trabajo en caliente <input type="checkbox"/> Trabajo en frío <input type="checkbox"/> Trabajo en espacio confinado <input type="checkbox"/> Otro: _____							
Descripción del trabajo:							
Riesgos asociados:							
RESPONSABLE DE LA UNIDAD FUNCIONAL				RESPONSABLE DE LA EJECUCIÓN DEL TRABAJO			
	SI	No	NP		SI	No	NP
El equipo/área está despresurizado	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Interrumpidas las conexiones eléctricas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
El equipo/área está enfriado	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Colocadas bridas ciegas en entrada de productos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
El equipo/área está limpio	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Colocadas bridas ciegas en entrada de vapor a serpentines	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
El equipo/área está inertizado	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Existe ventilación general adecuada	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
El explosímetro da ambiente correcto	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Se ha instalado la necesaria ventilación forzada	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
La atmósfera es respirable	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Se ha señalizado adecuadamente las áreas de trabajo posiblemente afectadas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
El área o equipo está libre de corrosivos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Existen medios de lucha contra incendios, en buen estado y próximos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
El área o equipo está libre de tóxicos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	La superficie de trabajo es adecuada	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Se han despejado los accesos de entrada y salida	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
Se han vaciado y purgado las tuberías	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
INSTRUCCIONES COMPLEMENTARIAS O PRECAUCIONES A SEGUIR POR EL EJECUTOR EN LOS TRABAJOS PREVIOS				EQUIPOS DE PROTECCIÓN Y MEDIOS DE PREVENCIÓN A UTILIZAR:			
Aplicar normativa de trabajo nº _____				Gafas protectoras <input type="checkbox"/>			
				Guantes antiácido <input type="checkbox"/>			
				Traje antiácido <input type="checkbox"/>			
				Máscara autónoma <input type="checkbox"/>			
				Mascarilla buconasal <input type="checkbox"/>			
				Extintores CO ₂ <input type="checkbox"/>			
				Extintores polvo <input type="checkbox"/>			
				Otros equipos: _____			
				Instrucciones complementarias			
PRECISA PERSONAL DE VIGILANCIA <input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>				Entero de las instrucciones complementarias, de los equipos a emplear y de la Normativa de trabajo a aplicar.			
Nombre persona vigilante: _____				El operario ejecutor del trabajo			
Firma: _____				Firma: _____			
Inspeccionada personalmente el área de trabajo y/o el equipo destinado a su reparación, certifico que se han efectuado correctamente los trabajos preparatorios especificados.				Inspeccionada personalmente el área de trabajo y/o el equipo destinado a su reparación, y comprobado el cumplimiento de los requisitos indicados, certifico que puede efectuarse el trabajo con la debidas garantías de seguridad.			
El responsable de la Unidad Funcional				El responsable de ejecución del trabajo			
Firma: _____				Firma: _____			
				Empresa: _____ Teléfono de contacto: _____			
TELÉFONOS DE EMERGENCIA				TERMINADO EL DÍA/HORA: _____ / _____			
Ambulancia:							
Bomberos:							
Incidencias:							
Seguridad factoria:				Se precisa renovación de la Autorización <input type="checkbox"/>			

06. REQUISITOS PARA LOS EQUIPOS DE TRABAJO

06.1. INTRODUCCIÓN

- En todas las zonas en las que pueda haber presencia de atmósferas explosivas deberán utilizarse aparatos y sistemas de protección correspondientes a las categorías determinadas en el Real Decreto 400/1996, cuando el documento de protección contra explosiones no prevea otra cosa en razón de la evaluación de riesgos efectuada.
- Para que un equipo pueda ser comercializado como ATEX:

- deberá haber sido diseñado y construido de acuerdo con los requisitos esenciales de seguridad y salud que aparecen en el Anexo II del R.D. 400/96 y,
 - deberá estar provisto de una declaración de conformidad CE en la que se especifique el mercado ATEX.
-
- La declaración de conformidad CE se basa en el cumplimiento de todos los requisitos esenciales de seguridad aplicables, lo que en muchos casos requerirá disponer de un Certificado de Examen CE de tipo emitido por un organismo notificado y estar sujeto al control para el aseguramiento de la calidad por parte del organismo notificado y marcado CE de los equipos.
 - El marcado CE 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;
 - se complementará 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 a polvo (D);
 - adicionalmente, podrá establecer el código específico del modo o modos de protección, temperatura superficial y subgrupo (por ejemplo, Eex ia IIB T5).

- Los aparatos y sistemas de protección previstos para ser comercializados en la unión europea deberán estar marcados de acuerdo a lo anteriormente citado y suministrarse con la declaración de conformidad CE, emitida por el fabricante.

06.2. CRITERIOS PARA LA ELECCIÓN DE LOS EQUIPOS DE TRABAJO

- En las zonas indicadas se deberán utilizar las siguientes categorías de aparatos, siempre que resulten adecuados para gases, vapores o nieblas inflamables, o polvos combustibles, según corresponda:

Zona	Categoría utilizable	Proyectados para
0	1	<ul style="list-style-type: none"> - mezclas gas/aire - mezclas vapor/aire - niebla
1	1 ó 2	<ul style="list-style-type: none"> - mezclas gas/aire - mezclas vapor/aire - niebla

2	1, 2 ó 3	- mezclas gas/aire - mezclas vapor/aire - niebla
20	1	- mezclas polvo/aire
21	1 ó 2	- mezclas polvo/aire
22	1, 2 ó 3	- mezclas polvo/aire

Cuadro 06.1. *Aparatos utilizables en zonas diferentes*

■ **Categoría 1:**

- Comprende los aparatos diseñados para poder funcionar dentro de los parámetros operativos fijados y asegurar un nivel de protección muy alto.
- Los aparatos de esta categoría estarán previstos para utilizarse en un medio ambiente en el que se produzcan de forma constante, duradera o frecuente atmósferas explosivas debidas a mezclas de aire con gases, vapores, nieblas o mezclas polvo-aire.
- Los aparatos de esta categoría deben asegurar el nivel de protección requerido, aun en caso de avería infrecuente del

aparato, y se caracteriza por tener unos medios de protección tales que:

1. O bien en caso de fallo de uno de los medios de protección, al menos un segundo medio independiente asegure el nivel de protección requerido.
2. O bien en caso de que se produzcan dos fallos independientes el uno del otro, esté asegurado el nivel de protección requerido.

■ **Categoría 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 estarán destinados a utilizarse en un ambiente en el que sea probable la formación de atmósferas explosivas debidas a gases, vapores, nieblas o polvo en suspensión.
- Los medios de protección relativos a los aparatos de esta categoría asegurarán el nivel de protección requerido, aun en caso de avería frecuente o de fallos del funcionamiento de los aparatos que deban tenerse habitualmente en cuenta.

■ **Categoría 3:**

- Comprende los aparatos diseñados para poder funcionar en las condiciones prácticas fijadas por el fabricante y asegurar un nivel normal de protección.
 - Los aparatos de esta categoría estarán destinados a utilizarse en un ambiente en el que sea poco probable la formación de atmósferas explosivas debidas a gases, vapores, nieblas o polvo en suspensión y en que, con arreglo a toda probabilidad, su formación sea infrecuente y su presencia de corta duración.
 - Los aparatos de esta categoría asegurarán el nivel de protección requerido durante su funcionamiento normal.
-
- Para la utilización segura de los equipos de trabajo en áreas de riesgo deberán tenerse en cuenta las condiciones ambientales en el puesto de trabajo considerado en cada caso.
 - Si la valoración de los riesgos de explosión, pone de manifiesto que el grado de riesgo previsible para los trabajadores y para terceros es anormalmente elevado, podrá resultar necesario un grado de protección mayor para los aparatos y equipos de trabajo elegidos.
 - Los equipos de trabajo móviles que por su tipo de servicio, puedan llegar a emplearse en áreas de riesgo de clasificación diversa, deberán elegirse atendiendo a la situación de riesgo mayor.

- Podrá hacerse una excepción a este criterio cuando, durante el tiempo utilización de los equipos móviles en un área de riesgo, sea posible garantizar su funcionamiento seguro mediante las medidas organizativas pertinentes. Estas medidas deben detallarse en el permiso de trabajo y/o en el documento de protección contra explosiones.

Categoría	Proyectados para el tipo de atmósfera explosiva	Proyectado para la zona	Aplicable también en la zona
1	- mezclas gas/aire - mezclas vapor/aire - niebla	0	1 y 2
1	- mezclas polvo/aire	20	21 y 22
2	- mezclas gas/aire - mezclas vapor/aire - niebla	1	2
2	- mezclas polvo/aire	21	22
3	- mezclas gas/aire - mezclas vapor/aire - niebla	2	-
3	- mezclas polvo/aire	22	-

Cuadro 06.2. *Relación entre categorías y zonas*

06.3. ENSAMBLADO DE LOS EQUIPOS DE TRABAJO

- Los equipos de trabajo y sus dispositivos de conexión deberán ser montados, instalados y utilizados de tal manera que no puedan provocar ninguna explosión.
- Sólo podrá autorizarse su puesta en servicio si la valoración de los riesgos de explosión determina que su utilización no puede entrañar la ignición de una atmósfera explosiva.
- El empresario deberá asegurarse de que los equipos de trabajo empleados son apropiados para funcionar en las condiciones efectivas de servicio y utilización.

07. SEÑALIZACIÓN DE SEGURIDAD

07.1. INTRODUCCIÓN

- Se parte de que la señalización de seguridad es una medida preventiva complementaria de otras a las que no puede sustituir.
- Ella por sí sola no debería existir como tal medida preventiva, siendo uno de los últimos eslabones de una cadena de actuaciones preventivas.

07.2. SEÑALIZACIÓN DE ZONAS DE RIESGO DE ATMÓSFERAS EXPLOSIVAS

- Se deberán señalar los accesos a las áreas en las que puedan formarse atmósferas explosivas en cantidades tales que supongan un peligro para la salud y la seguridad de los trabajadores.
- La señalización de *zonas de riesgo de atmósferas explosivas*, es la señal de advertencia siguiente:



Zona con riesgos de atmósferas explosivas

- Características intrínsecas de la señalización:
 - Forma triangular.
 - Letras negras sobre fondo amarillo, bordes negros (el amarillo deberá cubrir como mínimo el 50% de la superficie de la señal).
- Requisitos específicos de la señalización:

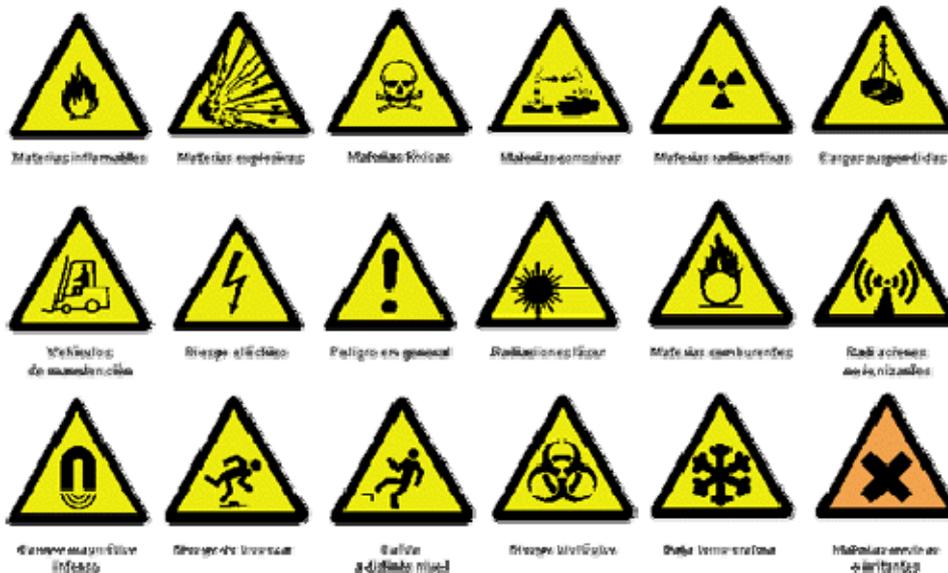
- La señalización puede completarse con otras explicaciones que indiquen, por ejemplo, el modo y frecuencia de aparición de una atmósfera explosiva peligrosa (sustancia y zona).
- Pueden colocarse otras señales en aplicación del Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo, como, por ejemplo, la prohibición de fumar, etc.
- Cuando el área de riesgo no abarque la totalidad del local sino sólo una parte del mismo, esta área podrá señalizarse mediante un rayado amarillo y negro aplicado, por ejemplo, en el suelo.
- No tiene utilidad, en cambio, señalar una parte de instalación plenamente protegida con una construcción resistente a las explosiones.
- En el contexto de la formación, debe informarse a los trabajadores de la señalización y de su significado.

07.3. SEÑALIZACIÓN DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO

■ Señales de advertencia

- Forma triangular
- Pictograma negro sobre fondo amarillo (el amarillo deberá cubrir como mínimo el 50% de la superficie de la señal), bordes negros.

Como excepción, el fondo de la señal sobre "materias nocivas o irritantes" será de color naranja, en lugar de amarillo, para evitar confusiones con otras señales similares utilizadas para la regulación del tráfico por carretera.



■ Señales de prohibición

- Forma redonda.
- Pictograma negro sobre fondo blanco, bordes y banda (transversal descendente de izquierda a derecha atravesando el pictograma a 45° respecto a la horizontal) rojos (el rojo deberá cubrir como mínimo el 35% de la superficie de la señal)



Prohibido fumar



Prohibido fumar
y encender fuego



Prohibido pasar
a los peatones



Prohibido apagar
con agua



Entrada prohibida
a personas
no autorizadas



Agua no potable



Prohibido a los vehículos
de manutención



No fumar

■ Señales de obligación

- Forma redonda.
- Pictograma blanco sobre fondo azul (el azul deberá cubrir como mínimo el 50% de la superficie de la señal).



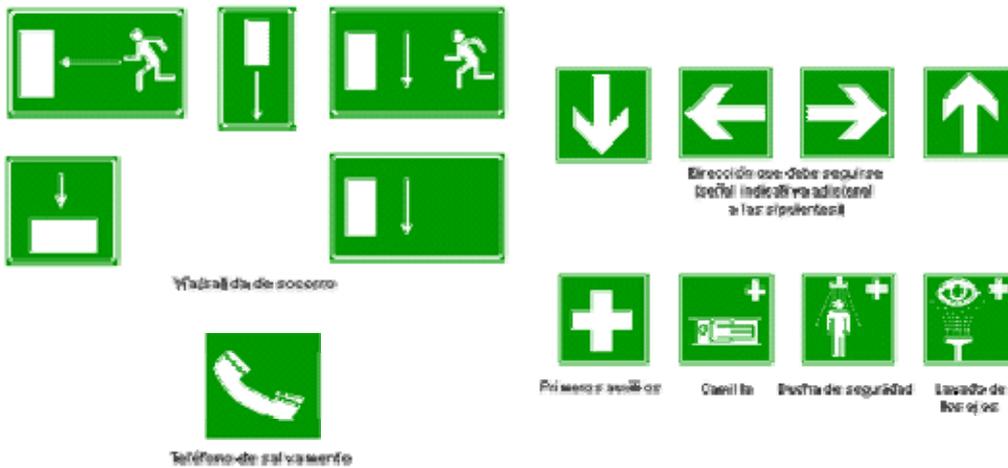
■ Señales relativas a los equipos de lucha contra incendios

- Forma rectangular o cuadrada.
- Pictograma blanco sobre fondo rojo (el rojo deberá cubrir como mínimo el 50% de la superficie de la señal).



■ Señales de salvamento o socorro

- Forma rectangular o cuadrada.
- Pictograma blanco sobre fondo verde (el verde deberá cubrir como mínimo el 50% de la superficie de la señal)



07.4. SEÑALIZACIÓN DE RECIPIENTES Y TUBERÍAS

- Los **recipientes y tuberías** visibles que contengan o puedan contener productos a los que sea de aplicación la normativa sobre comercialización de sustancias o preparados peligrosos, se puede optar por:

1. el etiquetado según lo dispuesto en la normativa sobre comercialización de sustancias o preparados peligrosos (las etiquetas se pegarían, fijarían o pintarían en sitios visibles de los recipientes o tuberías), o
2. sustituyendo el etiquetado por las señales de advertencia indicadas en la figura 1.



Figura 07.1. Tipos de señales panel y de riesgo de choques y golpes de RD 485/1997



Figura 07.2. Recipientes etiquetados según normativa de comercialización y transporte de sustancias o preparados peligrosos

ISOPROPANOL		N°- CEE: 200-661-7
	F	<p>CONSEJOS DE PRUDENCIA: S-2 Manténgase fuera del alcance de los niños. S-7 Manténgase el recipiente bien cerrado. S-16 Conservar alejado de toda llama fuente de o chispas. No fumar.</p>
Fácilmente inflamable		
RIESGOS ESPECÍFICOS: R-11 Fácilmente inflamable		
FABRICANTE:		BROC, S.A. Av. Uno 0123 EL MAR T.: 900 71 71 71 Países Unidos

Figura 07.3. Etiqueta según normativa de sustancias o preparados peligrosos

CLASIFICACIÓN				
Fluido	Color básico	Nº del Grupo	Subdivisión primaria	
Agua	Verde oscuro	1	1,0	Agua potable
			1,1	Agua no potable
			1,2	
			1,3	Agua depurada
			1,4	Agua destilada, condensada
			1,5	Agua a presión
			1,6	Agua de circulación
			1,7	
			1,8	
			1,9	Agua residual
Vapor	Rojo fuerte	2	2,0	Vapor a presión
			2,1	Vapor saturado
			2,2	Vapor recalentado
			2,3	Vapor expan. (vapor de contrapresión)
			2,4	Vapor sobresaturado
			2,5	Vapor distendido
			2,6	Vapor de circulación
			2,7	
			2,8	
			2,9	Vapor de escape
Aire	Azul moderado	3	3,0	Aire fresco
			3,1	Aire comprimido
			3,2	Aire recalentado
			3,3	Aire acondicionado
			3,4	
			3,5	Aire enrarecido
			3,6	Aire de circulación
			3,7	Aire transportado
			3,8	
			3,9	Aire de escape
Gases para alumbrado	Amarillo vivo	4	4,0	Gas de hulla I
			4,1	Acetileno
			4,2	Metano
			4,3	Butano I
			4,4	Otros gases
Líquidos y gases químicos	Gris medio	5,1	5,11	Ácido sulfúrico
			5,12	Ácido clorhídrico
			5,13	Ácido nítrico
			5,14	Otros ácidos minerales
			5,15	Acidos orgánicos
			5,16	Sosa cáustica
			5,17	Agua amoniacal
			5,18	Otras lejías
			5,19	Residuos
		5,2	5,21	Nitrógeno
			5,22	Oxígeno
			5,23	Hidrógeno
			5,24	Otros gases
			5,25	Gas de escape

DIRECCIÓN OPCIONAL

Aceites combustibles y lubricantes	Pardo moderado	6	Aceites según clasificación del peligro de inflamación	
			6,0	Peligro clase A1 (punto de inflamación por debajo de 21 °C)
			6,1	Peligro clase A2 (punto de inflamación de 21 a 55 °C)
			6,2	Peligro clase A3 (punto de inflamación por encima de 55 °C)
			6,3	Peligro clase B (soluble en agua, punto de inflamación por debajo de 21 °C)
			6,4	Grasas técnicas
			6,5	
			6,6	Aceites explosivos
			6,7	
			6,8	
Productos no especificados	Negro	7	6,9	Residuos
			7,0	Productos alimenticios líquidos
			7,1	Soluciones acuosas
			7,2	Otras soluciones
			7,3	Suspensiones acuosas
			7,4	Otras suspensiones
			7,5	Gelatinas (colas)
			7,6	Emulsiones, pastas
			7,7	
			7,8	
			7,9	Residuos

Tabla 07.1. Color identificativo de tuberías según UNE 1063

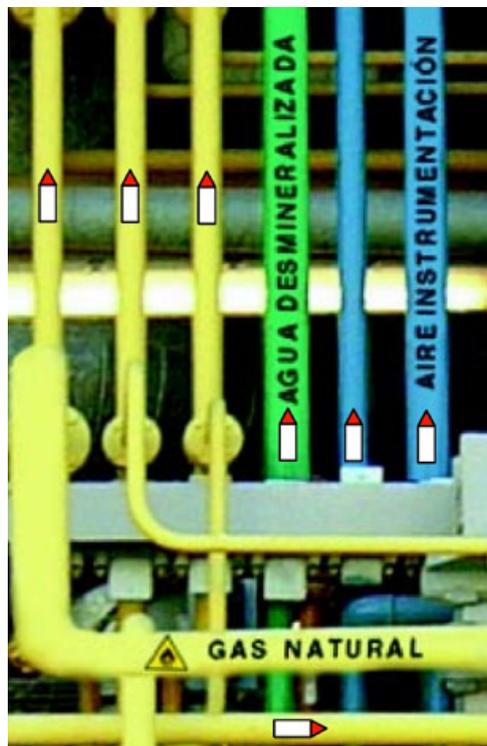


Figura 07.4. Batería de tuberías pintadas según norma UNE 1063 y señal panel de material inflamable

- Hay que tener en cuenta además, la posible existencia del peligro de rotura de tuberías por impactos, por ejemplo debidos a carretillas móviles. En tales situaciones habría que proteger tales zonas mediante resguardos resistentes a impactos, los cuales deberían estar además señalizados con bandas amarillas y negras y otras informaciones, como por ejemplo la altura máxima de gálibo en la circulación de vehículos.
- En el caso de transporte de sustancias o preparados peligrosos en recipientes dentro del lugar de trabajo, se podrían emplear señales en forma de panel de uso reconocido, en el ámbito comunitario, que sustituirían o complementarían a los otros tipos de señalización.



Figura 07.5. Cisterna móvil con panel y etiquetas de identificación de sustancia peligrosa según ADR

07.5. SEÑALIZACIÓN POR COLORES DE GASES INDUSTRIALES CONTENIDOS EN BOTELLAS

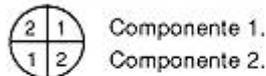
- Las botellas y botellones que contengan gases industriales y mezclas de los mismos, se identificarán mediante el uso de colores y de inscripciones marcadas sobre el recipiente.
 - **Colores del cuerpo de la botella:**
 - El cuerpo de la botella se pintará dependiendo del grupo de gases que ha contenido.
 - La inclusión de un gas en un grupo determinado se realiza en función de las características más sobresalientes del citado gas, lo cual implica que algunos gases de un grupo pueden poseer simultáneamente propiedades de grupos diferentes.
 - **Colores de la ojiva:**
 - Cada gas vendrá definido por los colores de la ojiva y una franja de 50 milímetros de ancho.
 - Esta franja podrá ser a veces del mismo color de la ojiva.
- **Mezclas de gases**

- Las mezclas de gases se pintarán conforme a las siguientes prescripciones:

» **Mezclas de gases industriales**

- El cuerpo de la botella se pintará del color correspondiente al cuerpo del componente mayoritario de la mezcla.
- La ojiva se pintará en forma de cuarterones, con el color correspondiente al de la ojiva de los gases que componen la mezcla, según los siguientes criterios. Deberá pintarse el nombre comercial de la mezcla o sus componentes en la ojiva.

a) Mezcla de dos componentes



Componente 1.
Componente 2.

b) Mezclas de tres componentes



Componente 1. (mayoritario)
Componente 2.
Componente 3.

c) Mezcla de cuatro componentes



Componente 1.
Componente 2.
Componente 3.
Componente 4.

» **Mezclas de calibración**

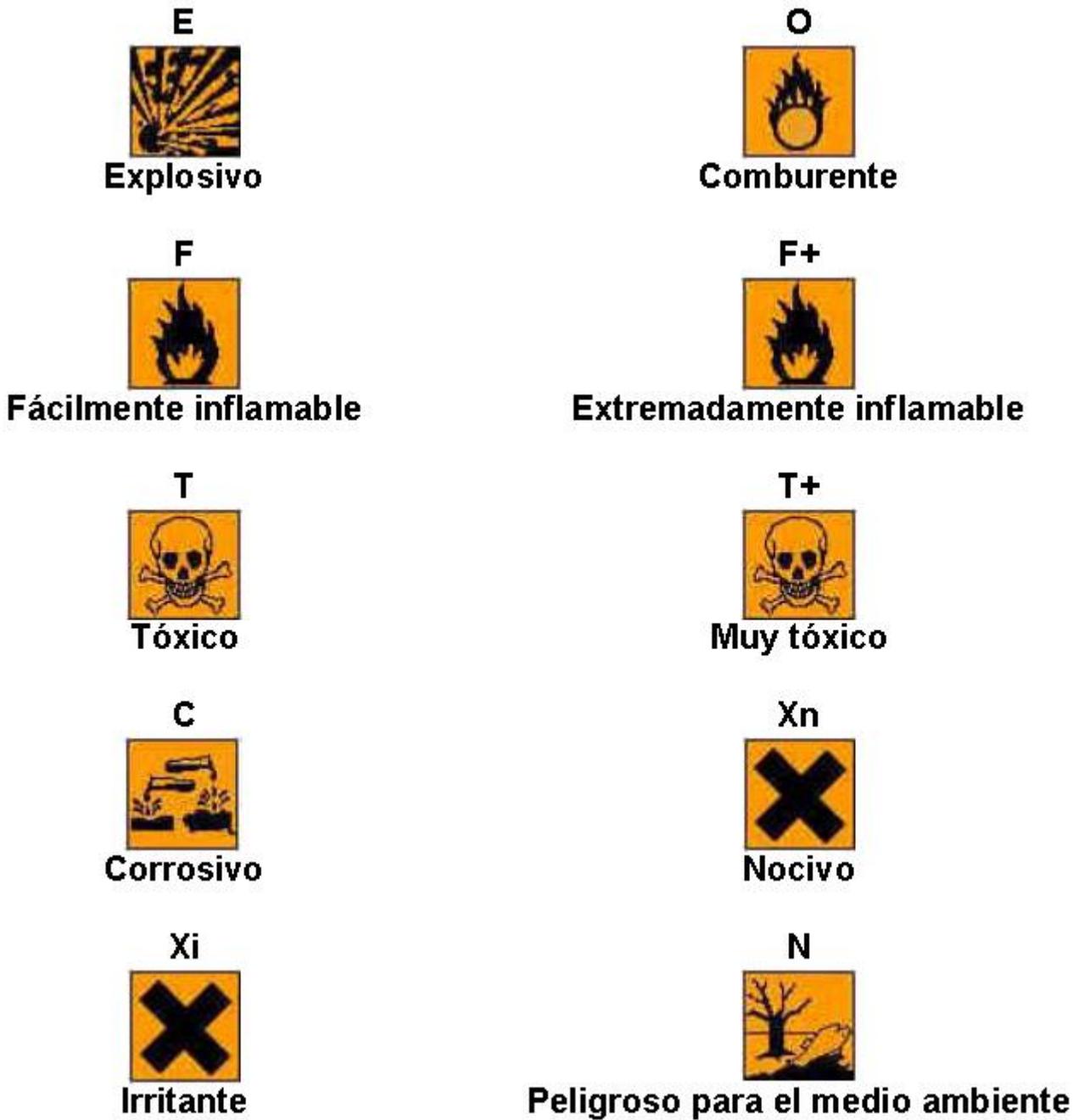
- El cuerpo y la ojiva de estas botellas se pintarán de color gris plateado.

INFLAMABLES Y COMBUSTIBLES							
	ACETILENO	ETANO	ETILENO	HIDROGENO	METANO	PROPENO (PROPILENO)	
OXIDANTES E INERTES							
	ANHIDRIDO CARBONICO	ARGON	HELIO	NITROGENO	OXIGENO	PROTOXIDO	
TOXICOS O VENENOSOS							
	AMONIACO	ANHIDRIDO SULFUROSO	CIANOGENO	OXIDO DE CARBONO	OXIDO DE ETILENO	SULFURO DE HIDROGENO	
CORROSIVOS							
	CLORO	CLORURO DE HIDROGENO	FLUOR	HEXAFLUORURO DE TUNGSTENO	OXICLORURO DE CARBONO (FOSGENO)	TETRAFLUORURO DE SILICIO	
MEZCLAS INDUSTRIALES							
	AIRE SINTETICO nitrogeno + oxigeno	ARGON LAMPARAS argón + Nitrogeno	ARGON QUANTOVAC argón + hidrógeno	ATAL argón + anhídrido carbónico	AZETHYL nitrogeno + etileno	CARBOGENO oxígeno + anhídrido carbónico	GAS PR argón + metano
	GAS O argón + isobutano	INARC helio + argón	MOX argón + oxígeno	NOXAL argón + hidrógeno	SEOCID anhídrido carbónico + óxido de etileno	SEOSER freón 12 + óxido de etileno	CARGAL argón + oxígeno
							TERAL argón + anhídrido carbónico + oxígeno

Figura 07.6. Botellas de los gases y mezclas más corrientes

07.6. ETIQUETADO DE LAS SUSTANCIAS PELIGROSAS

- Todo producto químico, sustancia o preparado, clasificado como peligroso debe incluir en su envase una etiqueta bien visible que es la primera información básica que recibe el usuario sobre los peligros inherentes al mismo y sobre las precauciones a tomar en su manipulación.
- Esta etiqueta, redactada en el idioma oficial del Estado, contendrá:
 - **Nombre de la sustancia.**
 - **Nombre, dirección y teléfono del fabricante o importador.**
 - **Símbolos e indicaciones de peligro normalizadas** para destacar los riesgos principales.



Nota: Las letras E, O, F, F+, T, T+, C, Xn, Xi y N no forman parte del símbolo.

Figura 07.7. Símbolos e indicaciones de peligro de las sustancias y preparados peligrosos

- **Frases R** que permiten identificar y complementar determinados riesgos mediante su descripción.

R1	Explosivo en estado seco.
R2	Riesgo de explosión por choque, fricción, fuego u otras fuentes de ignición.
R3	Alto riesgo de explosión por choque, fricción, fuego u otras fuentes de ignición.
R4	Forma compuestos metálicos explosivos muy sensibles.
R5	Peligro de explosión en caso de calentamiento.
R6	Peligro de explosión, en contacto o sin contacto con el aire.
R7	Puede provocar incendios.
R8	Peligro de fuego en contacto con materias combustibles.
R9	Peligro de explosión al mezclar con materias combustibles.
R10	Inflamable.
R11	Fácilmente inflamable.
R12	Extremadamente inflamable.
R14	Reacciona violentamente con el agua.
R15	Reacciona con el agua liberando gases extremadamente inflamables.
R16	Puede explosionar en mezcla con sustancias comburentes.
R17	Se inflama espontáneamente en contacto con el aire.
R18	Al usarlo pueden formarse mezclas aire-vapor explosivas/inflamables.
R19	Puede formar peróxidos explosivos.
R20	Nocivo por inhalación.
R21	Nocivo en contacto con la piel.
R22	Nocivo por ingestión.
R23	Tóxico por inhalación.
R24	Tóxico en contacto con la piel.
R25	Tóxico por ingestión.
R26	Muy tóxico por inhalación.
R27	Muy tóxico en contacto con la piel.
R28	Muy tóxico por ingestión.
R29	En contacto con agua libera gases tóxicos.

R30	Puede inflamarse fácilmente al usarlo.
R31	En contacto con ácidos libera gases tóxicos.
R32	En contacto con ácidos libera gases muy tóxicos.
R33	Peligro de efectos acumulativos.
R34	Provoca quemaduras.
R35	Provoca quemaduras graves.
R36	Irrita los ojos.
R37	Irrita las vías respiratorias.
R38	Irrita la piel.
R39	Peligro de efectos irreversibles muy graves.
R40	Posibles efectos cancerígenos.
R41	Riesgo de lesiones oculares graves.
R42	Posibilidad de sensibilización por inhalación.
R43	Posibilidad de sensibilización en contacto con la piel.
R44	Riesgo de explosión al calentarlo en ambiente confinado.
R45	Puede causar cáncer.
R46	Puede causar alteraciones genéticas hereditarias.
R48	Riesgo de efectos graves para la salud en caso de exposición prolongada.
R49	Puede causar cáncer por inhalación.
R50	Muy tóxico para los organismos acuáticos.
R51	Tóxico para los organismos acuáticos.
R52	Nocivo para los organismos acuáticos.
R53	Puede provocar a largo plazo efectos negativos en el medio ambiente acuático.
R54	Tóxico para la flora.
R55	Tóxico para la fauna.
R56	Tóxico para los organismos del suelo.
R57	Tóxico para las abejas.
R58	Puede provocar a largo plazo efectos negativos en el medio ambiente.
R59	Peligroso para la capa de ozono.
R60	Puede perjudicar la fertilidad.
R61	Riesgo durante el embarazo de efectos adversos para el feto.
R62	Posible riesgo de perjudicar la fertilidad.

R63	Posible riesgo durante el embarazo de efectos adversos para el feto.
R64	Puede perjudicar a los niños alimentados con leche materna.
R65	Nocivo. Si se ingiere puede causar daño pulmonar.
R66	La exposición repetida puede provocar sequedad o formación de grietas en la piel.
R67	La inhalación de vapores puede provocar somnolencia y vértigo
R68	Posibilidad de efectos irreversibles.

NOTA: También se pueden utilizar las siguientes combinaciones de frases R:

R14/15, R15/29, R20/21, R20/22, R20/21/22, R21/22, R23/24, R23/25, R23/24/25, R24/25, R26/27, R26/28, R26/27/28, R27/28, R36/37, R36/38, R36/37/38, R37/38, R39/23, R39/24, R39/25, R39/23/24, R39/23/25, R39/24/25, R39/23//24/25, R39/26, R39/27, R39/28, R39/26/27, R39/26/28, R39/27/28, R39/26/27/28, R42/43, R48/20, R48/21, R48/22, R48/20/21, R48/20/22, R48/21/22, R48/20/21/22, R48/23, R48/24, R48/25, R48/23/24, R48/23/25, R48/24/25, R48/23/24/25, R50/53, R51/53, R52/53, R68/20, R68/21, R68/22, R68/20/21, R68/20/22, R68/21/22, R68/20/21/22.

Cuadro 07.1. Frases R: Naturaleza de los riesgos específicos atribuidos a las sustancias y preparados peligrosos

- **Frases S** que, a través de consejos de prudencia, establecen medidas preventivas para la manipulación y utilización.

S1	Consérvese bajo llave.
S2	Manténgase fuera del alcance de los niños.
S3	Consérvese en lugar fresco.
S4	Manténgase lejos de locales habitados.
S5	Consérvese en ... (líquido apropiado a especificar por el fabricante).
S6	Consérvese en ... (gas inerte a especificar por el fabricante).
S7	Manténgase el recipiente bien cerrado.
S8	Manténgase el recipiente en lugar seco.
S9	Consérvese el recipiente en lugar bien ventilado.
S12	No cerrar el recipiente herméticamente.
S13	Manténgase lejos de alimentos, bebidas y piensos.

S14	Consérvase lejos de ... (materiales incompatibles a especificar por el fabricante).
S15	Conservar alejado del calor.
S16	Conservar alejado de toda llama o fuente de chispas - No fumar.
S17	Manténgase lejos de materiales combustibles.
S18	Manipúlese y ábrase el recipiente con prudencia.
S20	No comer ni beber durante su utilización.
S21	No fumar durante su utilización.
S22	No respirar el polvo.
S23	No respirar los gases/humos/vapores/aerosoles [denominación(es) adecuada(s) a especificar por el fabricante].
S24	Evítese el contacto con la piel.
S25	Evítese el contacto con los ojos.
S26	En caso de contacto con los ojos, lávense inmediata y abundantemente con agua y acúdase a un médico.
S27	Quítese inmediatamente la ropa manchada o salpicada.
S28	En caso de contacto con la piel, lávese inmediata y abundantemente con ... (productos a especificar por el fabricante).
S29	No tirar los residuos por el desagüe.
S30	No echar jamás agua a este producto.
S33	Evítese la acumulación de cargas electrostáticas.
S35	Elimínense los residuos del producto y sus recipientes con todas las precauciones posibles.
S36	Úsese indumentaria protectora adecuada.
S37	Úsense guantes adecuados.
S38	En caso de ventilación insuficiente, úsese equipo respiratorio adecuado.
S39	Úsese protección para los ojos/la cara.
S40	Para limpiar el suelo y los objetos contaminados por este producto, úsese ... (a especificar por el fabricante).
S41	En caso de incendio y/o de explosión, no respire los humos.
S42	Durante las fumigaciones/pulverizaciones, úsese equipo respiratorio adecuado [denominación (es) adecuada(s) a especificar por el fabricante].
S43	En caso de incendio, utilizar ... (los medios de extinción los debe especificar el fabricante). (Si el agua aumenta el riesgo, se deberá añadir: "No usar nunca agua").
S45	En caso de accidente o malestar, acúdase inmediatamente al médico (si es posible, muéstresele la etiqueta).

S46	En caso de ingestión, acúdase inmediatamente al médico y muéstrela etiqueta o el envase.
S47	Consérvese a una temperatura no superior a ... °C (a especificar por el fabricante).
S48	Consérvese húmedo con ... (medio apropiado a especificar por el fabricante).
S49	Consérvese únicamente en el recipiente de origen.
S50	No mezclar con ... (a especificar por el fabricante).
S51	Úsese únicamente en lugares bien ventilados.
S52	No usar sobre grandes superficies en locales habitados.
S53	Evítese la exposición - recábense instrucciones especiales antes del uso.
S56	Elimínense esta sustancia y su recipiente en un punto de recogida pública de residuos especiales o peligrosos.
S57	Utilícese un envase de seguridad adecuado para evitar la contaminación del medio ambiente.
S59	Remitirse al fabricante o proveedor para obtener información sobre su recuperación/reciclado.
S60	Elimínense el producto y su recipiente como residuos peligrosos.
S61	Evítese su liberación al medio ambiente. Recábense instrucciones específicas/ficha de datos de seguridad.
S62	En caso de ingestión no provocar el vómito: acúdase inmediatamente al médico y muéstrela etiqueta o el envase.
S63	En caso de accidente por inhalación, alejar a la víctima fuera de la zona contaminada y mantenerla en reposo.
S64	En caso de ingestión, lavar la boca con agua (solamente si la persona está consciente).

NOTA: También se pueden utilizar las siguientes combinaciones de frases S

S1/2, S3/7, S3/9/14, S3/9/14/49, S3/9/49, S3/14, S7/8, S7/9, S7/47, S20/21, S24/25, S27/28, S29/35, S29/56, S36/37, S36/37/39, S36/ 39, S37/39, S47/49.

Cuadro 07.2. Frases S: Consejos de prudencia relativos a las sustancias y preparados peligrosos

- **Número de registro CE** de la sustancia (número EINECS o ELINCS) y, además, cuando se trate de sustancias incluidas en el anexo I del R.D. 363/1995, la mención "Etiqueta CE".

		<p>N,N- Dimetilanilina Nombre, dirección y teléfono del responsable de la comercialización</p>
T Tóxico	N Peligroso para el medio ambiente	
<p>Tóxico por inhalación, por ingestión y en contacto con la piel.</p> <p>Posibles efectos cancerígenos.</p> <p>Tóxico para los organismos acuáticos, puede provocar a largo plazo efectos negativos en el medio ambiente acuático.</p> <p>En caso de contacto con la piel, lávese inmediata y abundantemente con agua.</p> <p>Úsense indumentaria y guantes de protección adecuados.</p> <p>En caso de accidente o malestar, acúdase inmediatamente al médico (si es posible muestrele la etiqueta).</p> <p>Evítese su liberación al medio ambiente. Récabense instrucciones específicas de la ficha de datos de seguridad.</p>		
Nº CE: 204-493-5		Etiqueta CE

Figura 07.8. Etiqueta para una sustancia relacionada en el anexo I del R.D. 363/1995

		<p>Ácido Periódico Nombre, dirección y teléfono del responsable de la comercialización</p>
O Comburente	C Corrosivo	

Peligro de fuego en contacto con materiales combustibles.	
Provoca quemaduras.	
Manténgase lejos de materiales combustibles.	
En caso de contacto con los ojos, lávense inmediatamente y abundantemente con agua y acúdase a un médico.	
En caso de accidente o malestar, acúdase inmediatamente al médico (si es posible muestresele la etiqueta).	
Úsense indumentaria y guantes adecuados y protección para los ojos/la cara	
Nº CE: 233-937-0	

Figura 07.9. Etiqueta para una sustancia no relacionada en el anexo I del R.D. 363/1995

07.6.1. Ficha de datos de seguridad

- La FDS es una importante fuente de información complementaria de la contenida en la etiqueta.
- La FDS también deberá redactarse, al menos, en la lengua oficial del Estado e incluirá obligatoriamente la información especificada en los epígrafes del cuadro 7.

- I. Identificación de la sustancia y del responsable de su comercialización
- II. Composición/información sobre los componentes
- III. Identificación de los peligros
- IV. Primeros auxilios
- V. Medidas de lucha contra incendios

- VI. Medidas en caso de vertido accidental
- VII. Manipulación y almacenamiento
- VIII. Controles de la exposición/protección personal
- IX. Propiedades físicas y químicas
- X. Estabilidad y reactividad
- XI. Información toxicológica
- XII. Información ecológica
- XIII. Consideraciones relativas a la eliminación
- XIV. Información relativa al transporte
- XV. Información reglamentaria
- XVI. Otra información

Cuadro 07.3. *Información contenida en una ficha de datos de seguridad*

08. OBLIGACIÓN DE COORDINACIÓN

08.1. INTRODUCCIÓN

- En caso de trabajar de manera simultánea y a proximidad personas o grupos de trabajo independientes entre sí, pueden ponerse mutuamente en peligro de manera inadvertida.
- Estos peligros se generan sobre todo porque los participantes se concentran en primer lugar en su propia tarea, y a menudo no conocen, o sólo vagamente, el comienzo, la naturaleza y envergadura de los trabajos realizados a su lado.
- El trabajo ejecutado en el seno de un grupo respetando las normas de seguridad no excluye el riesgo para las otras personas presentes en el entorno inmediato.
- Sólo podrá garantizarse la prevención de riesgos mutuos mediante la coordinación entre todos los participantes en tiempo oportuno.

- Por esta razón, en la adjudicación de trabajos el mandante y el mandatario están sometidos a la obligación de coordinación para no ponerse mutuamente en peligro.
- Esta obligación de coordinación se corresponde con lo dispuesto en el artículo 24 de la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales en caso de que se ocupe en un mismo lugar a trabajadores de varios empresarios.
- En emplazamientos de obras de construcción deben observarse, además, las disposiciones nacionales en la materia.
- En el documento de protección sobre explosiones hará constar el objetivo de la coordinación y las medidas y procedimientos para llevarla a cabo.

08.2. OBJETIVOS DE LA COORDINACIÓN

- La aplicación coherente y responsable de los principios de la acción preventiva por las empresas concurrentes en el centro.
- La aplicación correcta de los métodos de trabajo por las empresas concurrentes en el centro de trabajo.

- El control de las interacciones de las diferentes actividades desarrolladas en el centro de trabajo, en particular cuando puedan generar riesgos calificados como graves o muy graves o cuando se desarrollen en el centro de trabajo actividades incompatibles entre sí por su incidencia en la seguridad y la salud de los trabajadores.
- La adecuación entre los riesgos existentes en el centro de trabajo que puedan afectar a los trabajadores de las empresas concurrentes y las medidas aplicadas para su prevención.

08.3. MODALIDADES DE COORDINACIÓN

- Cuando en un mismo centro de trabajo desarrollen actividades trabajadores de dos o más empresas, éstas deberán cooperar en la aplicación de la normativa de prevención de riesgos laborales.
- Se encuentra dentro del alcance de la coordinación de actividades empresariales los siguientes supuestos:
 - » Concurrencia de trabajadores de varias empresas en un mismo centro de trabajo.
 - » Concurrencia de trabajadores de varias empresas en un centro de trabajo del que un empresario es titular.
 - » Concurrencia de trabajadores de varias empresas en un centro de trabajo cuando existe un empresario titular.

08.3.1. CONCURRENCIA DE TRABAJADORES DE VARIAS EMPRESAS EN UN MISMO CENTRO DE TRABAJO

- Aplica a todas las empresas y trabajadores autónomos concurrentes en el centro de trabajo, existan o no relaciones jurídicas entre ellos.

» **Antes del inicio de la actividad:**

- Informar a sus trabajadores de los riesgos derivados de la concurrencia de actividades.
- Información entre las empresas y trabajadores autónomos concurrentes, sobre los riesgos específicos de las actividades que desarrollen:
 - Suficiente.
 - Antes del inicio de las actividades.
 - Cambio en las actividades concurrentes.
 - Por escrito cuando se generen riesgos graves o muy graves.

» **Durante la ejecución de la actividad:**

- Accidente de trabajo:
 - Informar a los demás empresarios presentes en el centro de trabajo.
- Situación de emergencia:

- Comunicar toda situación de emergencia susceptible de afectar a los otros trabajadores presentes.

08.3.2. CONCURRENCIA DE TRABAJADORES DE VARIAS EMPRESAS EN UN CENTRO DE TRABAJO DEL QUE UN EMPRESARIO ES TITULAR

- El empresario titular del centro de trabajo es aquel que pone a disposición y gestiona el centro de trabajo.
- Se aplica a todas las empresas y trabajadores autónomos concurrentes en el centro de trabajo, existan o no relaciones jurídicas entre ellos.

» Antes del inicio de la actividad:

- El empresario titular informará a los empresarios concurrentes de:
 - Riesgos propios del centro de trabajo.
 - Medidas de prevención.
 - Medidas de emergencia.
 - Instrucciones para la prevención de riesgos en el centro de trabajo.
- Informar a sus trabajadores de los riesgos derivados de la concurrencia de actividades.

- Información entre las empresas concurrentes sobre los riesgos específicos de las actividades que desarrollen:
 - Ser suficiente.
 - Entregar antes del inicio de las actividades.
 - Por cambio en las actividades concurrentes.
 - Dar por escrito cuando se generen riesgos graves o muy graves.

» **Durante la ejecución de la actividad:**

- Accidente de trabajo:
 - Informar a los demás empresarios presentes en el centro de trabajo.
- Situación de emergencia:
 - Comunicar toda situación de emergencia susceptible de afectar a los otros trabajadores presentes.

08.3.3. CONCURRENCIA DE TRABAJADORES DE VARIAS EMPRESAS EN UN CENTRO DE TRABAJO CUANDO EXISTE UN EMPRESARO PRINCIPAL

- El empresario principal es aquel que contrata actividades o servicios correspondiente a su propia actividad y que se desarrollan en su propio centro de trabajo.
- Se aplica a todas las empresas y trabajadores autónomos concurrentes en el centro de trabajo, existan o no relaciones jurídicas entre ellos.

» **Antes del inicio de la actividad**

- El empresario principal deberá:
 - Informar de:
 - Riesgos propios del centro de trabajo.
 - Medidas de prevención.
 - Medidas de emergencia.
 - Instrucciones para la prevención de riesgos en el centro de trabajo.
 - Vigilar el cumplimiento de la normalización de Prevención de Riesgos Laborales y comprobar que se han establecido los medios de coordinación necesarios.
 - Exigir a las empresas acreditación por escrito de:
 - Evaluación de riesgos y planificación de su actividad preventiva
 - Información y formación de los trabajadores

- Información a sus trabajadores de los riesgos derivados de la concurrencia de actividades.
- Información sobre los riesgos específicos de las actividades que desarrollen:
 - Ser suficiente.
 - Entregar antes de las actividades.
 - Por cambio en las actividades concurrentes.
 - Dar por escrito cuando se generen riesgos graves o muy graves.

» **Durante la ejecución de la actividad**

- Accidente de trabajo:
 - Informar a los demás empresarios presentes en el centro de trabajo.
- Situación de emergencia:
 - Comunicar toda situación de emergencia susceptible de afectar a los otros trabajadores presentes.

08.4. MEDIOS DE COORDINACIÓN

- Relación no exhaustiva de medios de coordinación:

- El intercambio de información y de comunicaciones entre las empresas concurrentes.
 - La celebración de reuniones periódicas entre las empresas concurrentes.
 - Las reuniones conjuntas de los comités de seguridad y salud de las empresas concurrentes o, en su defecto, de los empresarios que carezcan de dichos comités con los delegados de prevención.
 - La impartición de instrucciones.
 - El establecimiento conjunto de medidas específicas de prevención de los riesgos existentes en el centro de trabajo que puedan afectar a los trabajadores de las empresas concurrentes o de procedimientos o protocolos de actuación.
 - La presencia en el centro de trabajo de los recursos preventivos de las empresas concurrentes.
 - La designación de una o más personas encargadas de la coordinación de las actividades preventivas.
-
- Al establecer los medios de coordinación se tendrán en cuenta el grado de peligrosidad de las actividades que se desarrollen en el centro de trabajo, el número de trabajadores de las empresas presentes en el centro de trabajo y la duración de la concurrencia de las actividades desarrolladas por tales empresas.

08.5. DESIGNACIÓN DEL COORDINADOR DE LAS ACTIVIDADES PREVENTIVAS

- Dependiendo del número de empresas y trabajadores concurrentes, del tipo de actividades desarrolladas, de las características del centro de trabajo o por otras razones, el empresario no siempre está en condiciones de cumplir la obligación de coordinación por sí solo. La responsabilidad de coordinación deberá ser asumida por el coordinador.
- El empresario titular del centro de trabajo cuyos trabajadores desarrollen actividades en él, designará a la persona o las personas encargadas de la coordinación de las actividades preventivas.
- La función del coordinador consiste básicamente en favorecer el cumplimiento de los objetivos de la coordinación y servir de cauce para el intercambio de informaciones que deben intercambiarse las empresas concurrentes en el centro de trabajo.
- Las obligaciones del empresario o del coordinador comprenden, en particular, la realización de visitas sobre el terreno y reuniones de coordinación, así como la planificación, el control y, en su caso, reprogramación de las operaciones en respuesta a disfunciones.
- En razón de la responsabilidad específica de planificación, seguridad y organización, el empresario o el coordinador deberán poseer las siguientes cualificaciones en materia de protección contra explosiones:

- conocimientos específicos en el ámbito de la protección contra explosiones
- conocimientos específicos en materia preventiva
- conocimiento de la estructura organizativa de la empresa
- capacidad directiva para imponer la ejecución de las disposiciones necesarias

08.6. MEDIDAS DE PROTECCIÓN PARA LA COLABORACIÓN SEGURA

- En empresas con atmósferas explosivas peligrosas, la colaboración puede producirse a diferentes niveles y en todos los sectores. Por consiguiente, a la hora de determinar y ejecutar medidas para prevenir los riesgos mutuos será necesario tener en cuenta toda actividad realizada por personas conjuntamente o a proximidad, o en interacción a determinada distancia (por ejemplo, al trabajar en la misma tubería o el mismo circuito eléctrico en emplazamientos diferentes).
- Las medidas de coordinación para la protección contra explosiones suelen estar incluidas en las obligaciones generales de coordinación:
 - durante la fase de planificación,
 - durante la fase de ejecución y
 - una vez terminados los trabajos.

- Para comprobar si durante la ejecución de los trabajos se realizan las medidas de seguridad convenidas, si las personas participantes están suficientemente informadas y si se comportan de conformidad con las medidas de seguridad acordadas, se puede utilizar una lista de comprobación .

09. DOCUMENTO DE PROTECCIÓN CONTRA EXPLOSIONES

09.1. INTRODUCCIÓN

- El documento de protección contra explosiones tiene por objeto dar una visión de conjunto de las conclusiones de la evaluación de riesgos y de las medidas técnicas y organizativas que se imponen en consecuencia para proteger una instalación y su entorno de trabajo.
- En el documento de protección contra explosiones no sólo se definen las medidas dispuestas para mantener los riesgos en niveles admisibles, sino también las medidas a adoptar para ello, que deberán planificarse, con arreglo a la magnitud de los riesgos de explosión previamente evaluados, así como los controles periódicos a adoptar con objeto de asegurar la vigencia de las situaciones consideradas como aceptables.

09.2. CONTENIDO DEL DOCUMENTO DE PROTECCIÓN CONTRA EXPLOSIONES

- El documento de protección contra explosiones deberá reflejar, como mínimo lo siguiente:
 - a. Que se han determinado y evaluado los riesgos de explosión.
 - b. Que se tomarán las medidas adecuadas para lograr los objetivos del R.D. 681/2003.
 - c. Las áreas que han sido clasificadas en zonas de conformidad con el Anexo I del R.D. 681/2003.
 - d. Las áreas en que se aplicarán los requisitos mínimos establecidos en el Anexo II del R.D. 681/2003.
 - e. Que el lugar y los equipos de trabajo, incluidos los sistemas de alerta, están diseñados y se utilizan y mantienen teniendo debidamente en cuenta la seguridad.
 - f. Que se han adoptado las medidas necesarias, para que los equipos de trabajo se utilicen en condiciones seguras, de conformidad con el Real Decreto 1215/1997.

09.3. ELABORACIÓN DEL DOCUMENTO DE PROTECCIÓN CONTRA EXPLOSIONES

- Se elaborará antes de que comience el trabajo.
- Se revisará siempre que se efectúen modificaciones, ampliaciones o transformaciones importantes en el lugar de trabajo, en los equipos de trabajo o en la organización del trabajo. Es un documento vivo, documento actualizado permanentemente.
- Podrá constituir un documento específico o integrarse total o parcialmente con la documentación general sobre la evaluación de los riesgos y las medidas de protección y prevención.
- Podrá remitir a otros documentos sin necesidad de incluirlos de forma explícita e íntegra en dicho documento.
- Formará parte de la documentación a que se refiere el artículo 23 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.
- Deberá estar estructurado lo mejor posible, resultar de fácil lectura y permitir una comprensión global.
- Podrá ser aconsejable configurarlo de manera flexible para poder ampliarlo si hiciera falta.

- Podrá resultar útil desglosarlo en una parte general y en otra específica a cada instalación.
 - La parte general describiría la estructura de la documentación y de las medidas aplicables a todas las instalaciones.
 - La parte específica a cada instalación enumeraría los riesgos y las medidas de protección correspondientes en cada caso.
- Deberá adaptarse a las condiciones operativas existentes en cada caso.
- Si las condiciones de explotación de una instalación cambian con frecuencia, la valoración y documentación deberán basarse, lógicamente, en el estado operativo más peligroso.

09.4. ESTRUCTURA TIPO DE UN DOCUMENTO DE PROTECCIÓN CONTRA EXPLOSIONES

09.4.1. Descripción del lugar de trabajo y de los sectores de actividad

- Se describen los sectores de actividad en los que existe peligro de atmósfera explosiva.

- La descripción puede incluir, por ejemplo:
 - nombre de la empresa,
 - tipo de instalación,
 - denominación del edificio o del local,
 - responsables de la empresa, y
 - número de trabajadores.

- Las particularidades constructivas y geográficas pueden documentarse visualmente, por ejemplo, mediante:
 - planos de situación, y
 - planos de instalaciones.

- Deben incluirse las salidas de emergencia y las vías de evacuación.

09.4.2. Descripción de los procesos y/o actividades

- Los procesos correspondientes deben describirse con un texto breve acompañado, en su caso, de un diagrama del proceso.

- Esta descripción debe incluir todos los datos importantes para la protección contra explosiones:

- descripción de los pasos de trabajo, incluidos el arranque y la parada,
- resumen de los datos de diseño y funcionamiento (p. ej. temperatura, presión, volumen, rendimiento, frecuencia de giro, carburante),
- tipo y envergadura de los trabajos de limpieza, en su caso, y,
- datos sobre la ventilación del local, si procede.

09.4.3. Descripción de las sustancias utilizadas / parámetros de seguridad

- Se trata de describir, en particular,
 - qué sustancias provocan la formación de una atmósfera explosiva, y
 - en qué condiciones del procedimiento se produce ésta
- Resulta útil incluir una lista de los parámetros de seguridad pertinentes para la protección contra explosiones.

09.4.4. Presentación de los resultados de la evaluación de riesgos

- Debe describirse dónde puede aparecer una *atmósfera explosiva*.

- Puede establecerse una distinción entre el interior de partes de instalaciones y el entorno.
- Debe tenerse en cuenta:
 - el funcionamiento normal,
 - la puesta en marcha/parada,
 - la limpieza, y
 - las disfunciones.
- Cuando haya cambios en los procedimientos o productos, se incluirá el modo de proceder
- Las zonas de riesgo (zonas) pueden presentarse tanto mediante texto como gráficamente mediante un plano de zonas.
- Se exponen los riesgos de explosión.
- Se describe el modo de proceder aplicado en la determinación de los riesgos de explosión.

09.4.5. Medidas de protección adoptadas para la protección contra explosiones

- Se presentarán las medidas que se imponen para la protección contra explosiones.

- Debe mencionarse explícitamente el principio de protección perseguido, por ejemplo “prevención de fuentes de ignición efectivas”, etc.
- Puede resultar de interés una división en medidas técnicas y organizativas.

A. Medidas técnicas

- **Prevención**

Dado que el enfoque de la protección de la instalación se basa, total o parcialmente, en medidas preventivas para evitar una atmósfera explosiva o las fuentes de ignición, es necesaria una descripción detallada de la aplicación de estas medidas

- **Construcción**

Dado que la instalación se protegerá mediante la construcción resistente a la explosión, debe describirse la naturaleza, el modo de funcionamiento y la ubicación de esta medida

B. Medidas organizativas

- Las medidas de protección organizativas también se describen en el documento de protección contra explosiones

- Se debe reflejar:
 - Qué instrucciones de servicio existen para un puesto de trabajo o una actividad.
 - Cómo se asegura la cualificación de los trabajadores.
 - Contenido y frecuencia de la formación (y quién ha participado).
 - Cómo se regula la utilización de equipos de trabajo móviles en las áreas de riesgo.
 - Cómo se asegura que los trabajadores sólo vistan ropa protectora adecuada.
 - Si existe un sistema de permiso para trabajar y cómo está organizado.
 - Cómo están organizados los trabajos de mantenimiento, control y comprobación.
 - Cómo están señalizadas las áreas de riesgo.
- Si existen formularios correspondientes a estos puntos, se pueden incluir como modelo en el documento de protección contra explosiones.
- También debe adjuntarse al documento una lista de los equipos de trabajo móviles autorizados para funcionar en atmósferas explosivas.
- El nivel de detalle dependerá del tipo y de la envergadura de la operación, así como del grado de riesgo que ésta entraña.

09.4.6. Realización de las medidas de protección contra explosiones

- Debe reflejar quién es la persona responsable o encargada de la aplicación de determinadas medidas (también para la elaboración o actualización del documento).
- Debe indicar en qué momento es preciso aplicar las medidas y cómo se controla su eficacia.

09.4.7. Coordinación de las medidas de protección contra explosiones

- Cuando en un mismo lugar de trabajo ejerzan su actividad empresarios de varias empresas, cada empresario será responsable de los ámbitos sometidos a su control.
- El empresario responsable del lugar de trabajo será quien coordine la realización de las medidas de protección contra explosiones, e incluirá en su documento de protección contra explosiones información más detallada sobre las medidas y las modalidades de realización de esta coordinación.

09.4.8. Anexo del documento de protección contra explosiones

- El anexo puede contener, por ejemplo,
 - certificaciones de examen CE de tipo,
 - declaraciones de conformidad “CE” de fabricantes,
 - fichas de datos de seguridad,
 - instrucciones de funcionamiento de aparatos,
 - combustibles o equipos técnicos,
 - los planes de mantenimiento pertinentes a efectos de la protección contra explosiones.