

EXPLOSIONES

Definición

Se entenderá por atmósfera explosiva la mezcla con el aire, en 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.

Las explosiones a que se refiere esta definición son explosiones químicas producidas a partir de una reacción de combustión muy exotérmica.

Se pueden definir como una combustión rápida que genera gases calientes que se expanden, dando lugar a una onda de presión (onda aérea) y a un frente de llama que se propaga rápidamente.

La energía liberada en una explosión no tiene por qué ser necesariamente mayor a la producida a partir de una combustión simple, pero esta energía es liberada en un tiempo muy pequeño y por tanto con gran potencia.

Las explosiones a que nos referimos normalmente se propagan en régimen de **deflagración**, es decir, la velocidad lineal de avance de la reacción (frente de llama) es inferior a la velocidad del sonido, y la onda de presión generada avanza por delante del frente de llama o zona de reacción.

La **detonación** es un régimen de propagación de la explosión más severo, la velocidad de propagación es superior a la velocidad del sonido y la onda de presión, denominada “onda de choque” y el frente de llama avanzan acoplados. Este fenómeno es debido al efecto de compresión de la onda de choque, la cual genera una alta temperatura y da lugar a la auto-ignición de la mezcla inflamable que aún no se ha quemado.

Como consecuencia, se requerirán métodos específicos de protección.

Muchos polvos combustibles, tales como harina, piensos, tóner, metales finamente divididos, etc., pueden tener propiedades de explosividad aunque no dispongan de fichas de datos de seguridad. Por tanto, el hecho de no llevar pictograma no excluye el riesgo de estas sustancias.

Sus parámetros de explosividad se pueden encontrar también en los tratados de explosiones de polvo.

Un gas es un fluido en el cual las fuerzas de atracción entre sus moléculas son tan pequeñas que no adopta ni forma ni volumen fijo, sino que tiende a expandirse todo lo posible para ocupar todo el espacio en el que se encuentra

Son sustancias gaseosas inflamables: el hidrógeno, gases de combustión incompleta, gases procedentes de fermentaciones de materia orgánica como el metano, etc. Los gases para su almacenamiento y utilización, normalmente, se encuentran sometidos a presión (incluso pueden estar licuados).

Una emisión de gas, que parte de una presión superior a la ambiental, aumenta la velocidad de difusión, lo que unido a su naturaleza facilitará una mezcla íntima del gas con el oxígeno del aire.

En un sentido amplio, el concepto de **vapor** es equivalente al de gas, y muchas veces se utilizan ambos indistintamente. Sin embargo, estrictamente, se reserva el término “vapor” al estado gaseoso que adoptan los líquidos por acción del calor. Todos los vapores de sustancias líquidas combustibles, como carburantes, aceites combustibles, disolventes..., pueden causar atmósfera explosiva.

Las nieblas se forman, normalmente, por acción mecánica en procesos con líquidos, tales como nebulización, pulverización, inyección, dispersión, etc, en los que pequeñas gotas quedan suspendidas en forma de nube en el aire.

Las nieblas formadas a partir de líquidos inflamables y combustibles son susceptibles de formar atmósferas explosivas, incluso a temperaturas inferiores al punto de inflamación (flash point).

El polvo con capacidad de formar atmósferas explosivas, es materia particulada que proviene de sólidos combustibles. La dispersión de estas partículas sólidas en el aire formando una nube de polvo también se produce, normalmente, por acción mecánica externa, como acciones de molienda o cribado, transporte, llenado o vaciado, etc .

Así mismo, malas prácticas como limpieza por soplado o barrido, entre otras, también pueden dar lugar a atmósferas explosivas.

La permanencia en suspensión en el aire de estas partículas dependerá de su densidad, del tamaño de las partículas que lo constituyen, de las condiciones ambientales, etc.

Se incluyen en general todos los polvos formados a partir de materia orgánica (sustancias alimenticias y piensos, sustancias vegetales...), determinadas sustancias químicas (productos farmacéuticos, determinadas materias plásticas...) y aquellos provenientes del procesado y manipulación de algunos metales (aluminio, magnesio...) finamente divididos y especialmente en atmósferas enriquecidas en oxígeno.

Hay que prestar especial atención a las denominadas **mezclas híbridas**. Son mezclas de aire y sustancias inflamables en distintos estados físicos (material particulado y gases o vapores inflamables) a temperatura y presión atmosférica. En estos casos, las condiciones de formación de la mezcla explosiva o de su ignición puede variar con respecto a las correspondientes a cada uno de sus componentes por separado, es decir, la explosión se puede producir a concentraciones inferiores a la concentración mínima o al límite inferior de explosividad de cada componente individual. La mayor parte de gases, vapores y nubes de polvo inflamables son susceptibles de explotar si se inflaman bajo ciertas condiciones:

Mezcla del combustible-comburente. Cada sustancia, ya esté en forma de gas, vapor, niebla o polvo, tiene un **rango de concentración** en el aire dentro del cual la mezcla sustancia inflamable-aire tiene propiedades explosivas, pero, si la concentración es inferior o superior a los extremos (límites) que definen su rango de explosividad, no se produciría la explosión aunque el grado de dispersión fuese propicio.

Estos datos se suelen encontrar en las fichas de datos de seguridad bajo la denominación de LIE (límite inferior de explosividad) y LSE (límite superior de explosividad)⁵. Vienen dados en forma de porcentaje en volumen y/o en masa por unidad de volumen.

Para el caso de nube de polvo, el rango de concentración explosiva dependerá además de la granulometría. Normalmente en el lugar de trabajo no se presentará una mezcla homogénea de polvo-aire formando atmósfera explosiva, por tanto, los valores del rango de concentraciones límite explosivas para polvos deberían usarse solamente como referencia.

Evaluación de Riesgos

La evaluación de los riesgos debe permitirnos conocer si puede darse la concurrencia de los factores necesarios para que se produzca una explosión y sobre cuál de ellos es más fácil actuar para que finalmente no ocurra.

Prevención de explosiones y protección contra éstas.

- 1) **Evitar los riesgos** impidiendo la formación de la atmósfera explosiva al actuar sobre la fuente, es decir, impidiendo la liberación o difusión de cualquier sustancia inflamable en el ambiente de trabajo o evitando su mezcla con el aire en concentraciones peligrosas.
- 2) **Se evaluarán los riesgos** que no puedan evitarse estimando la probabilidad de formación de una atmósfera explosiva, su extensión y duración a posibilidad de entrar en contacto con una fuente de ignición y las consecuencias finales.
- 3) **Por último**, se tendrán en cuenta las **medidas de protección que atenúen los efectos de la explosión** que pueden ir desde la implantación de barreras físicas que eviten los efectos del calor y de las ondas de presión, hasta la orientación de la explosión y sus efectos hacia lugares o espacios donde no causen daños personales y los posibles daños materiales sean minimizados por la interposición de elementos estructurales de baja resistencia (cubiertas, mamparas, ventanas...) con el fin de facilitar la liberación de energía.

Evaluación de los riesgos de explosión

a) La probabilidad de formación y la duración de la atmósfera explosiva

Se analizará la frecuencia con que se produce la mezcla de la sustancia inflamable con el aire, es decir, si se produce de forma permanente, a intervalos definidos o si es improbable que se produzca.

b) La probabilidad de la presencia y activación de focos de ignición, incluidas las descargas electrostáticas.

c) Las instalaciones, las sustancias empleadas, los procesos industriales y sus posibles interacciones.

De manera general, las fases de la evaluación del riesgo comprenderán:

- Identificación de las sustancias susceptibles de formar atmósfera explosiva.
- Análisis de instalaciones, procesos industriales, equipos, etc., especialmente los puntos y actividades donde las sustancias inflamables que intervienen se pueden mezclar con el aire formando atmósfera explosiva. Al analizar la presencia de sustancias inflamables, se considerarán tanto las materias primas utilizadas y los productos finales como las posibles sustancias inflamables intermedias que puedan producirse durante el proceso.
- Interacciones entre equipos, instalaciones, procesos y actividades que puedan dar lugar a mezcla de sustancia inflamable con el aire.

d) Las proporciones de los efectos previsibles.

Para minimizar los efectos de la explosión se evitará que pueda propagarse a lo largo de la instalación, ya que se aumenta la probabilidad de provocar incendios y otras explosiones aumentando los efectos dañinos y destructivos. Evaluar los efectos particulares de una explosión puede requerir cálculos complejos, por tanto hay que tender siempre a evitar que éstos puedan ser multiplicativo al afectar a equipos y procesos adyacentes propagándose a zonas donde se hayan establecido puestos de trabajo. La evaluación de riesgos contemplará todas las fases de la actividad: arranque, régimen de trabajo, parada, disfuncionamientos previsibles así como posibles errores de manipulación. La evaluación de riesgos debe mantenerse actualizada y revisarse periódicamente,

especialmente antes de comenzar cualquier nueva actividad y/o proceso o antes de reanudar la actividad en caso de haber realizado modificaciones y/o reformas en una planta o proceso existente, incluyendo el hecho de que se introduzcan nuevas sustancias o fórmulas diferentes.

Los derrames de líquidos inflamables deben ser controlados y eliminados evitando su filtración en materiales porosos y acumulación en zonas poco accesibles.

El polvo es siempre más denso que el aire, por tanto tiende a depositarse. En ausencia de ventilación o de procesos externos, las partículas más finas permanecerán más tiempo en suspensión. El polvo puede acumularse en cualquier parte dentro del volumen ocupado por la nube. Hay que evaluar toda la zona afectada incluyendo los puntos menos accesibles como pueden ser canaletas de cables, estanterías en altura, parte superior de los equipos, etc., ya que en estas zonas puede acumularse el polvo que se encuentra en suspensión.

Áreas en las que pueden formarse atmósferas explosivas.

Todo trabajador que acceda a un área clasificada por riesgo de explosión debe ser informado acerca de los riesgos presentes en dicha área y recibir la formación adecuada. En concreto, todos los trabajadores que puedan acceder a un área clasificada deberían recibir formación e información sobre:

- El resultado de la evaluación de riesgos y medidas adoptadas sobre el riesgo de explosión.
- Manipulación correcta de las sustancias implicadas.
- Equipos y sistemas de protección a utilizar y manejo adecuado de los mismos.
- Actuaciones prohibidas en la zona (por ejemplo: trabajos en caliente, fumar...).
- Ropa de trabajo, equipos de protección individual, medios de protección colectivos, herramientas y equipos de trabajo permitidos y prohibidos en la zona.
- Rutas a seguir y señales de evacuación.
- Conocimiento suficiente del plan de emergencia para el caso de incendio o explosión.

Se deberá aplicar un sistema de permisos de trabajo que autorice la ejecución de trabajos definidos como peligrosos, incluidos aquellos que lo sean por las características del lugar de trabajo, o que puedan ocasionar riesgos indirectos al interactuar con otras operaciones. Los permisos de trabajo deberán ser expedidos, antes del comienzo de los trabajos, por una persona expresamente autorizada para ello.

Es especialmente importante evitar que las personas acumulen cargas electrostáticas cuando trabajen en atmósferas potencialmente explosivas para impedir la posible formación de chispas que pudieran ser origen de un incendio o explosión.

La forma de conseguirlo es básicamente asegurando que el suelo y el calzado tengan un nivel adecuado de conductividad.

Una de las medidas preventivas esenciales para evitar y controlar la formación de atmósferas explosivas es el correcto mantenimiento preventivo y regular de los equipos y sus revisiones periódicas.

Entre los aspectos que se deben revisar se encuentran:

- Rango de temperatura en que funciona el equipo: los equipos únicamente podrán ser utilizados dentro del rango de temperatura que figuren sus instrucciones.

- Instalación correcta: los equipos y sistemas de protección deben ser instalados siguiendo las instrucciones del fabricante.
- Agentes externos: se deben proteger los equipos de cualquier influencia externa que pueda afectar negativamente a la protección contra explosiones.
- Mantenimiento: se debe prever un mantenimiento regular de acuerdo con las instrucciones del fabricante para garantizar la seguridad de equipos e instalaciones. Antes de realizar cualquier tarea de revisión o mantenimiento se asegurará de que no se forma atmósfera explosiva, al menos durante el proceso.
- Los equipos portátiles: también serán evaluados, mantenidos y revisados.

Señalización de zonas de riesgo de atmósferas explosivas



Características intrínsecas:

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

La señal es de gran utilidad a la entrada de salas donde se pueden formar atmósferas explosivas, tales como almacenamientos de productos inflamables, salas de baterías, envasado de material pulverulento

Aplicación de medidas para reducir o confinar la atmósfera explosiva

Los aspectos concretos de este sistema deben ser desarrollados por la persona o equipo que va a evaluar el riesgo pero en líneas generales debe responder a cuatro cuestiones previas:

- a) Dónde medir
- b) Cómo medir
- c) Con qué medir
- d) Cuándo medir

Equipos para detección de atmósferas explosivas de gases y de polvos

