



Cámara Argentina
de Seguridad

Ahora

Cámara Argentina de Seguridad

**Revista de actualidad de
Higiene y Seguridad
Laboral editada por la
Cámara Argentina
de Seguridad**

www.cas-seguridad.org.ar/revista_ahora.htm

Explosiones

la importancia de conocer sus características principales

Cuando se menciona el término explosión, se asocia a un fuerte estallido con un potente ruido casi instantáneo y una considerable destrucción de un área dentro de un ámbito industrial, aunque la mayor parte de las explosiones ocurren fuera de ese tipo de instalaciones. Aquí mencionamos las características principales de este fenómeno y otros datos no menos importantes

Se define una explosión como una “súbita liberación de gas a alta presión en el ambiente”. La palabra clave es súbita; la liberación debe ser lo suficientemente rápida de forma que la energía contenida en el gas se disipe mediante una onda de choque. El segundo término en importancia es alta presión, que significa que en el instante de la liberación la presión del gas es superior a la de la atmósfera circundante.

Reuniendo los elementos comunes a los distintos fenómenos que se consideran explosiones, puede darse la definición siguiente:

- La sustancia liberada ha de encontrarse en fase gaseosa. Puede tratarse de un gas, un vapor, una mezcla de gases o una mezcla de vapores.
- La liberación ha de ser súbita, en el sentido de muy rápida, es decir, que ha de ser lo suficientemente rápida como para que la energía contenida en el gas se disipe en el ambiente mediante una onda de choque.
- La presión del gas en el momento de la liberación ha de ser alta, es decir, que su energía potencial ha de ser suficiente para iniciar y mantener una expansión destructiva.
- La liberación ha de producirse en el ambiente, es decir, fuera de un recipiente.

Ambiente significa tanto el aire como un recinto. Recipiente significa un depósito, un conducto o un reactor de proceso.

Causas de las explosiones

Las causas básicas de las explosiones son dos y determinan su tipo en cada caso:

- La descarga súbita de un gas a alta presión en el ambiente se produce casi siempre por la rotura de un recipiente, que puede ser causado por un fenómeno físico (por ejemplo, un impacto externo, un debilitamiento del recipiente

debido a su sobrecalentamiento de su contenido) o por un fenómeno químico (por ejemplo, una sobrepresión debida a los gases generados por la combustión de su contenido).

- La generación súbita en el ambiente de un gas a alta presión puede ser debida también a fenómenos físicos (por ejemplo, la evaporación instantánea de un líquido que entra en contacto con una superficie caliente) o químicos (por ejemplo, la detonación de un explosivo de alta potencia).

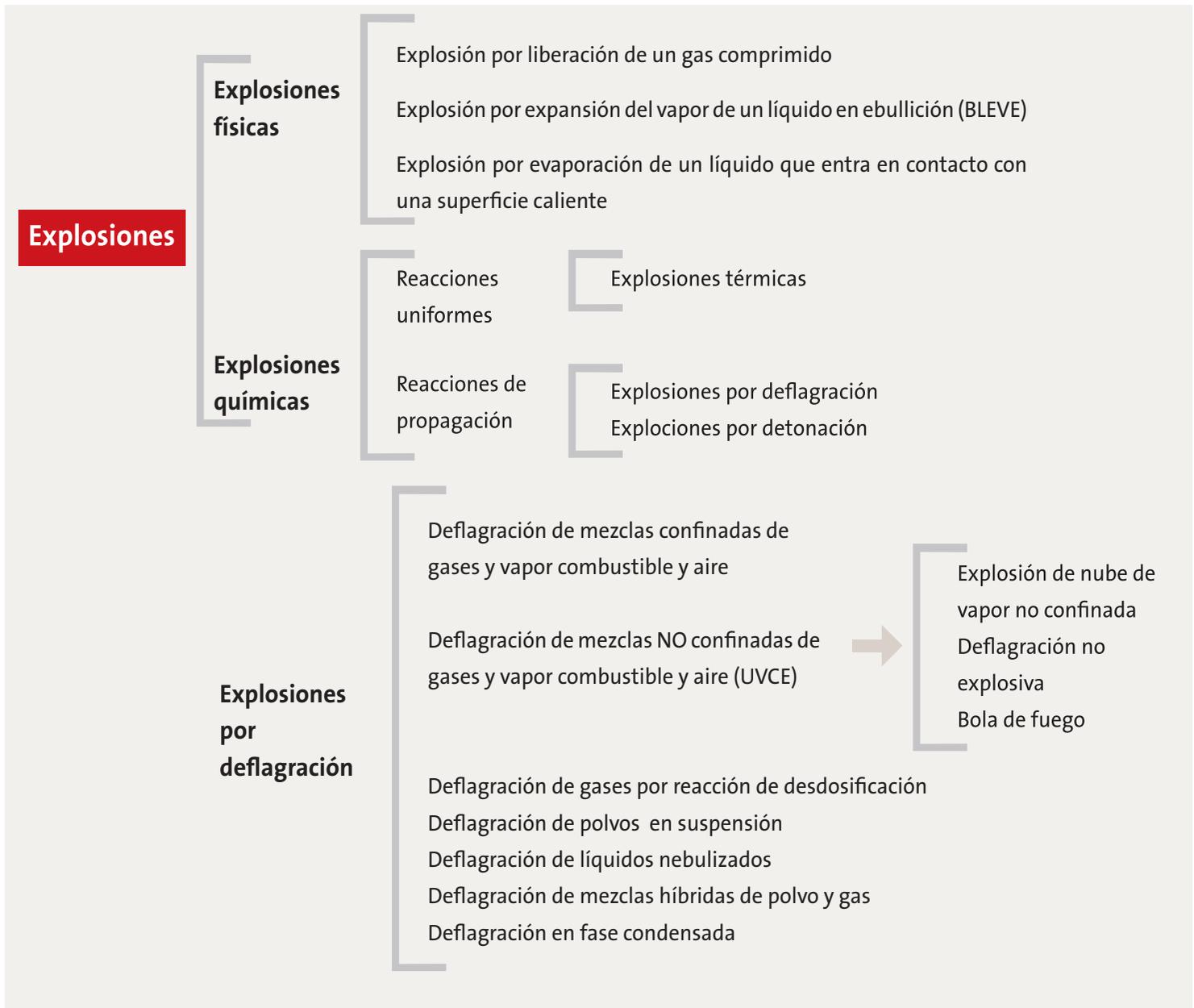
Clasificación de las explosiones por su origen

La diferencia fundamental entre las explosiones causadas

por un gas a alta presión se debe al origen de las mismas: físico y/o fisicoquímico y reacción química.

Ninguno de estos fenómenos significa cambio en la naturaleza química de las sustancias involucradas. Todo el proceso de generación de alta presión, descarga y efectos de la explosión puede entenderse de acuerdo con las leyes fundamentales de la física. Dichos fenómenos se denominan comúnmente “explosiones físicas”.

En otros casos, la generación del gas a alta presión es el resultado de reacciones químicas donde la naturaleza del producto difiere sustancialmente de la inicial (reactivo). La reacción química más común presente en las explosiones es la combustión.





Explosiones físicas

Las explosiones físicas constituyen descargas de gas a alta presión sin presencia de reacción química, aunque en la mayoría de los casos se produce vaporización. Una explosión física tiene por origen un fenómeno físico.

Hay tres tipos fundamentales de explosiones físicas:

- Explosión por liberación de un gas comprimido.
- Explosión por expansión del vapor de un líquido en ebullición (bleve).
- Explosión por evaporación de un líquido que entra en contacto con una superficie caliente.

Reacciones químicas que dan lugar a explosiones

Una explosión química tiene por origen una reacción química. Dada una masa reactiva, hay dos tipos de reacciones químicas, según el ámbito de la masa en el que se inicia y desarrolla la reacción:

- **Reacciones uniformes:** la reacción química se produce al mismo tiempo en toda la masa reactiva.
- **Reacciones de propagación:** la reacción química se inicia en un punto de la masa reactiva y desde él avanza (se propaga) sobre el resto.

Explosiones térmicas

Si una reacción uniforme genera gases a alta presión, puede producirse una explosión. Este tipo de explosión se llama explosión térmica, porque se debe al calor acumulado, que eleva la temperatura de la masa reactiva y la velocidad de la reacción.

Una reacción uniforme puede generar gases a alta presión por medio de tres mecanismos:

- Por generación de productos gaseosos de la reacción.
- Por evaporación de los reactivos o de otras sustancias presentes.
- Por calentamiento de gases ya presentes en el contenedor.

Si la presión alcanza el valor suficiente como para romper el recipiente (o, en su caso, para expandir la masa reactiva), se produce la liberación e inmediata expansión de los gases, es decir, una explosión térmica.

Explosiones por deflagración

Una deflagración es una reacción de propagación cuyo frente avanza a velocidad subsónica. La masa que deflagra puede encontrarse en estado sólido, líquido, gas, vapor, polvo en suspensión o líquido nebulizado.



Esta masa puede encontrarse libre o confinada. El confinamiento suele tener lugar en un recipiente, pero también puede ser producido por un recinto e incluso por el efecto de inercia de una gran masa sobre sí misma.

Si el grado de confinamiento es suficiente, se acumulan los productos gaseosos de la deflagración y se eleva la presión. Si se alcanza una presión suficiente para romper súbitamente el confinamiento, se libera el gas a alta presión y se produce, por tanto, una explosión.

Las deflagraciones más frecuentes son las de gases, vapores, polvos en suspensión y líquidos nebulizados, confinados en un recipiente o en un recinto.

Deflagración de Mezclas NO Confinadas de Gas o Vapor Combustible y Aire

La combustión de una mezcla libre puede dar lugar a tres fenómenos distintos:

- Bola de fuego
- Deflagración no explosiva
- Explosión de nube de vapor no confinada

Bola de fuego

La bola de fuego se produce por la ignición inmediata de un escape instantáneo de gas combustible, debido, por ejemplo, a la rotura de un contenedor. Dado que la ignición es inmediata, la nube de gas combustible no tiene tiempo para

mezclarse con el aire. Se produce una combustión de aportación, en la que no existe una mezcla preformada de combustible y comburente, sino que ambos se van incorporando, por difusión, al frente de llama. Aunque la combustión es muy rápida, no se acumulan los gases generados y no se producen sobrepresiones apreciables.

La energía se disipa en forma térmica, no mecánica. La bola de fuego se trata, pues, de un incendio de gas, que puede ser muy destructivo, pero no constituye una explosión.

Deflagración NO Explosiva

Si se produce un escape de gas combustible y no tiene lugar su ignición inmediata, la nube de gas tiene tiempo para mezclarse con el aire. La ignición diferida de esta nube inicia una combustión de propagación que tiene lugar a velocidad subsónica y se trata, por lo tanto, de una deflagración. Normalmente la energía de los gases generados por una deflagración al aire libre se disipa en el ambiente sin producir sobrepresiones apreciables.

Por tanto, la deflagración no da lugar a una explosión. Generalmente, los gases de combustión se expanden hasta alcanzar un volumen de aproximadamente diez veces el volumen inicial de la mezcla combustible-aire.

Explosión de Nube de Vapor NO Confinada

Si se produce una nube de gas combustible de muy grandes

dimensiones y su densidad es superior a la del aire, la propia masa de gas puede ejercer sobre sí misma un efecto de confinamiento similar al de un recipiente.

La ignición diferida de esta nube da lugar a una deflagración. El confinamiento provoca la acumulación de gases a alta presión, que da lugar a una explosión denominada explosión de nube de vapor no confinada (UVCE: Unconfined Vapor Cloud Explosión).

Deflagración de Gases por Reacciones de Desdosificación

Determinados gases, como el acetileno, el etileno, el óxido de etileno, el butadieno y óxido nitroso pueden experimentar reacciones de desdosificación, es decir, reacciones de descomposición con propagación de llama.

Normalmente estos gases no están presentes en estado puro, sino mezclados con otros gases en concentraciones bajas. Para que tenga lugar la propagación de la llama es necesaria una concentración mínima, equivalente al límite inferior de inflamabilidad de las mezclas de gas combustible-aire.

La desdosificación puede producirse desde el límite inferior, correspondiente a la mezcla pobre, hasta el 100% de concentración.

Las características de la reacción (velocidad, generación de presión, volumen de gas generado, etc.) son específicas de

cada tipo de gas y responden a principios distintos de los aplicados a las mezclas de gas combustible y gas oxidante.

Deflagración de Polvos en Suspensión

Las nubes de polvo combustibles (partículas sólidas en suspensión en el aire) se comportan de manera similar a las mezclas de gas o vapor combustible y aire. Si la mezcla está confinada y el grado de confinamiento es suficiente, se acumulan los productos gaseosos de la deflagración y se eleva la presión. Si se alcanza una presión suficiente para romper súbitamente el confinamiento (por rotura del recipiente o por rotura de las paredes del recinto), se libera el gas a alta presión y se produce, por tanto, una explosión.

El análisis de este tipo de explosiones lo estudiaremos en el módulo “Combustión de Sólidos Disgregados”.

Deflagración de Líquidos Nebulizados

Los líquidos combustibles nebulizados (partículas líquidas en suspensión en el aire) arden y deflagran de manera similar a las nubes de polvo, con las siguientes diferencias:

- a) La combustión puede iniciarse a cualquier temperatura, aunque sea inferior al punto de inflamación del líquido combustible. Como caso extremo, una nube de gotas congeladas puede deflagrar de la misma forma que una nube de polvo.
- b) El límite inferior de inflamabilidad se expresa en masa de líquido por unidad de volumen (mg/l) y disminuye a medida que aumenta el diámetro de las gotas. Por ejemplo, en el caso de los hidrocarburos líquidos nebulizados, el límite inferior de inflamabilidad disminuye desde 50 mg/l hasta 10 mg/l, a medida que el diámetro medio de las gotas aumenta desde 10 hasta 100 micrones (50 mg/l es una concentración muy similar al límite inferior de inflamabilidad de las mezclas de hidrocarburos gaseosos y aire, a la temperatura ambiente).
- c) La energía mínima de ignición varía de forma directamente proporcional al cubo del diámetro de las gotas.

La deflagración de líquidos nebulizados, como la de polvos en suspensión, genera productos en fase de condensada,





que producen daños por calor y, con frecuencia, incendios secundarios.

Deflagración de mezclas híbridas de polvo y gas

La presencia de gases o vapores inflamables en una nube de polvo combustible puede tener un efecto sinérgico en la combustibilidad de ambos componentes de la mezcla.

Este efecto puede ser considerable y puede tener lugar, aunque la concentración de polvo esté por debajo del límite inferior de inflamabilidad y la concentración del gas esté por debajo del límite inferior de inflamabilidad. Las consecuencias pueden ser las siguientes:

- a) La presencia de gas inflamable puede reducir el límite de inflamabilidad del polvo, especialmente si su K_{st} es bajo.
- b) Una pequeña cantidad de gas inflamable puede reducir la energía mínima de ignición de una nube de polvo.
- c) La velocidad máxima de elevación de presión puede aumentar considerablemente.
- d) La presión máxima de la deflagración también puede aumentar.

El comportamiento de estas mezclas no es predecible. Por

tanto, la aplicación de cualquier técnica de protección requiere una evaluación muy cuidadosa de las características de combustión y deflagración de cada mezcla concreta. Es recomendable la realización de ensayos específicos.

Explosiones por detonación

Una detonación es una reacción de propagación cuyo frente avanza a velocidad sónica o supersónica y lleva asociada, por tanto, una onda de choque. Mientras que el mecanismo de propagación de la deflagración es la transición térmica (conducción, convección y radiación) el mecanismo de la propagación de la detonación es la compresión de la onda de choque.

La masa que detona puede encontrarse en estado sólido, líquido, gas o vapor. Esta masa puede encontrarse libre o confinada. Bajo ciertas condiciones de confinamiento pueden producirse también detonaciones de polvo en suspensión. Debido a la velocidad de reacción, las detonaciones siempre generan gases a alta presión, independientemente del estado y grado de confinamiento de la mezcla detonante.

Carlos Alberto Leston
Master en Protección contra Incendios



**Espumas sintéticas | Polvos químicos secos | Gases limpios |
Servicios de ensayos de agentes extintores**

Ruta 9 Km 79 - Campana (2804) - Buenos Aires - Argentina
Tel: (+54) (3489) 495 000 al 495 099
www.demsa.com.ar - comunicacion@demsa.com.ar