

Definiciones y Norma Chilena Oficial NCh 382

¿Qué es un gas?

Se define como gas un estado de la materia que adopta la forma del recipiente que lo contiene y sus moléculas tienden a separarse. Gases son aquellos que a temperatura y presión ambiente (15°C y 1 atm) se mantienen en ese estado.

La Norma Chilena Oficial NCh 382. Of2004, Sustancias Peligrosas, Clasificación General, define a los gases de la siguiente manera:

Un GAS es toda sustancia que a 50°C tiene una presión de vapor superior a 300 kPa (kilopascales) o que sea totalmente gaseosa a 20°C, a una presión de referencia de 101 kPa.

La Norma Chilena Oficial NCh 2120/2 Of2004, Sustancias Peligrosas, Parte 2: Clase 2, Gases, separa los gases en tres divisiones en función del riesgo principal que presente el gas durante su transporte.

Gases Inflamables

Son los gases que a 20°C y a una presión de referencia de 101,3 kPa:

- a) Son inflamables en mezcla de proporción menor o igual a 13%, en volumen, con el aire; o que,
- b) Tienen una gama de inflamabilidad con el aire de al menos el 12%, independiente del límite inferior de inflamabilidad.



Rombo clase 2.1. Gas Inflamable.

Gas Comprimido

Es un gas que envasado para su transporte, es completamente gaseoso a -50°C . En esta categoría se incluyen todos los gases con una temperatura crítica menor o igual a -50°C , tal como el GNC.

La temperatura crítica es aquella temperatura límite por sobre la cual un gas no puede ser licuado por compresión.



Gas natural comprimido en maletero de un vehículo.

Gas Licuado

El gas licuado es un gas que, envasado para su transporte, es parcialmente líquido a temperaturas superiores a -50°C . Se hace distinción entre:

- Gas licuado a alta presión: Es un gas con una temperatura crítica situada entre -50°C y $+65^{\circ}\text{C}$.
- Gas licuado a baja presión: un gas con una temperatura crítica superior a $+65^{\circ}\text{C}$.

Ejemplo es el Gas Licuado de Petróleo (GLP) de amplio uso en cilindros o balones en nuestro país.



Cilindros o balones de gas licuado de petróleo de distintas capacidades.

Gas Licuado de Petróleo (GLP)

De acuerdo al Decreto Supremo N°222/96, Reglamento de Instalaciones Interiores de Gas del Ministerio de Economía, el GLP es una mezcla de hidrocarburos ligeros (ricos en Hidrógeno y Carbono), principalmente BUTANO y PROPANO, combinados en diversas proporciones.

Al ser comprimido a no más de 15 bar se licúa, permitiendo ser envasado en cilindros (balones) o estanques.

Esta característica permite almacenar gran cantidad de gas pues cada litro de líquido, al salir del recipiente, produce aproximadamente 273 litros de gas.

El GLP es más pesado que el aire, presentando una densidad relativa entre 1,52 y 2,05 considerando el peso del aire en 1. Por lo tanto este gas no se eleva, desplazándose a nivel de suelo, incluso bajando a alcantarillas, subterráneos y similares.

Esto es de suma importancia al vernos enfrentados a liberaciones de GLP, tanto para labores de detección, monitoreo o ventilación, ya que podrían quedar bolsas de gas en los sectores bajos.

El GLP en todas sus formas de obtención, no presenta color ni olor, por lo que se le agrega un odorizante orgánico en base a azufre que le otorga su olor característico, permitiendo que sea más fácil su detección en caso de fuga.

Del mismo modo el GLP no es tóxico, pero puede producir asfixia física al bajar la concentración de oxígeno al haber escapado, especialmente en lugares poco ventilados.

El principal peligro que presentan los escapes de GLP es el de inflamación, para lo cual debe encontrarse dentro de su rango de inflamabilidad.

Si la inflamación ocurre en un recinto cerrado o incluso al aire libre, produce una expansión del aire con características explosivas, liberando gran cantidad de energía que puede causar destrucción o desplazamiento de estructuras.

A esta explosión se le denomina “EXPLOSIÓN POR COMBUSTIÓN” la cual se detalla más adelante.



Edificio destruido por explosión por combustión por gas.

La distribución del GLP a nivel nacional es principalmente en cilindros (balones) desde los 0,5 a 45 kilogramos y en estancques de 250 a 2000 kilogramos o más en forma estacionaria. Estos últimos

distribuyen por redes de cañerías el gas a los clientes y son recargados por camiones que transportan el producto a granel (varias toneladas).

Todos los cilindros de GLP, sin importar su capacidad, poseen en su interior un 80% de producto líquido y un 20% en estado gaseoso al estar completamente cargados. Esta información será de importancia cuando analicemos las emergencias del GLP.

También el GLP se usa como combustible en vehículos, aspecto que se detalla en el Curso Control de Fuego en Vehículos de la ANB.



Logo obligatorio para vehículos que usan GLP como combustible.

Todos los cilindros o estanques sometidos a llama directa pueden colapsar producto de un fenómeno conocido como Explosión de Vapores en Expansión de un Líquido en Ebullición o BLEVE por su sigla en inglés.

Resumen para emergencias con GLP:

- Subproducto del petróleo.
- Propano solo o mezclado con Butano (68 %/ 30 % aproximado).
- Más pesado que el aire, se va hacia abajo al escapar (Densidad Relativa entre 1,52 a 2,05).
- Sin color ni olor, no tóxico.
- Odorizado con compuestos orgánicos de azufre.
- Rango de explosividad aproximado: 1,8 % al 9,5%.
- Al inflamarse puede generar “explosiones por combustión”.
- Líquido y gaseoso en envases metálicos (0,5, 2, 5, 11, 15, 45 kilogramos, estanques estacionarios y en vehículos).
- Los cilindros o estanques sometidos a llama directa pueden colapsar generando una “BLEVE”.

- Los cilindros cuentan con válvula de alivio la cual se activa al superarse la presión de trabajo. La activación de ésta no evita la BLEVE cuando el cilindro o estanque está expuesto a fuego directo.
- No soluble en agua.

Gas Natural Comprimido (GNC)

De acuerdo al Decreto Supremo N° 222/96 del Ministerio de Economía, el GNC es una mezcla de gases hidrocarburos y no hidrocarburos, que se generan naturalmente y que se encuentran en formaciones geológicas porosas bajo la superficie de la tierra, a veces junto a yacimientos petrolíferos, siendo su principal componente el Metano.

Pero contiene además, en menor medida, Etano, Dióxido de Carbono, Nitrógeno y Sulfuros.

El GNC, a temperatura ambiente se mantiene en estado gaseoso, siendo distribuido de esta forma por una extensa red de cañerías.

La densidad relativa de este gas es de 0,6 siendo más liviano que el aire, por lo que al escapar se va rápidamente hacia arriba, difundiéndose.

Este gas no tiene olor en forma natural, por lo cual, al igual que el GLP, es odorizado por compuestos orgánicos azufrados, los cuales le dan su olor característico permitiendo reconocer su presencia cuando es liberado o escapa al ambiente.

Para lograr su inflamación, se requiere que se encuentre entre el 5% y 15,4% en relación combustible-aire, más una fuente de ignición y el oxígeno del aire sobre 16% y hasta 21%.

El GNC no es tóxico, pero en un ambiente con deficiente ventilación, su acumulación reducirá el porcentaje de aire respirable pudiendo provocar asfixia física.

IMPORTANTE: La combustión de GNC en un espacio cerrado o abierto puede provocar una EXPLOSIÓN POR COMBUSTIÓN, al igual que el GLP.

Resumen para emergencias con GNC:

- Producto natural, casi Metano puro (sobre 90 %).
- Más liviano que el aire, se va hacia arriba (0,6).
- No tiene color ni olor, no tóxico, odorizado artificialmente con compuestos orgánicos azufrados.
- Rango de inflamabilidad: 5% - 15,4%.
- Al fugar desde estanques o cañerías, puede al inflamarse producir “explosiones por combustión”.
- Los cilindros expuestos a temperatura deberían liberar su contenido por el disco de ruptura, pero podrían colapsar por bloqueo o falla de dicho sistema.
- Distribuido por cañerías en forma gaseosa y en estanques comprimido para vehículos y algunos usos industriales.
- No soluble en agua.

El GNC es distribuido para su uso mediante una red de cañerías que está compuesta de diferentes materiales, de acuerdo a la etapa de presión. Es así como nos encontraremos con tuberías de media presión que van desde los 35 hasta los 10 bar de presión, para luego pasar por reguladores de presión que lo reducen a 4 bar para su utilización domiciliario e industrial. En el caso de los estanques de vehículos la presión normal de servicio es de 200 bar. Esto se detalla en el Curso Control de Fuego en Vehículos de la ANB.



Logo obligatorio para vehículos que usan GNC como combustible.

Gas Natural Licuado (GNL)

El GNL es Gas Natural (Metano) que ha sido enfriado hasta el punto que se condensa pasando a estado líquido, lo cual ocurre a una temperatura de aproximadamente -162°C . Este proceso permite reducir su volumen en aproximadamente 600 veces, facilitando su almacenaje en grandes cantidades y volviéndolo más económico para su transporte en barcos o camiones.

Los países líderes productores de gas natural y que comercializan GNL a los mercados mundiales son Argelia, Indonesia y Qatar. Sin embargo, muchas naciones juegan pequeños pero importantes roles como productores de gas natural y exportadores de GNL, tales como Australia, Nigeria y Trinidad y Tobago.

Por su temperatura de almacenamiento clasifica como líquido criogénico.

Los contaminantes que se encuentran presentes se extraen para evitar que se congelen y dañen el equipo cuando el gas es enfriado a la temperatura del GNL, y para cumplir con las especificaciones técnicas del gasoducto en el punto de entrega. Como resultado, el GNL está compuesto en su mayoría de metano.

Resumen para emergencias con GNL:

- Igual inflamabilidad que el GNC.
- Puede generar “explosiones por combustión”.
- Para efectos prácticos se enfría para transporte.

- Criogénico a -162°C , produce quemaduras por frío.
- Congela materiales con los que toma contacto.
- Transportado en camiones desde planta de almacenamiento a estaciones de regasificación en clientes.
- Existe registro de explosiones de camiones con GNL.
- Vapores más pesados que el aire hasta -104°C . Sólo a los -104°C cambia de densidad y empieza a subir.
- No es soluble en agua.



Gran evaporación, 1 litro de líquido produce 600 litros vapor.

Explosión o colapso de estanques

Estas son producidas por un gas comprimido o licuado el cual hace colapsar el recipiente que lo contiene pero sin cambiar su naturaleza química. Una explosión puramente mecánica es la rotura de una bombona de gas o de un depósito a presión por calentamiento externo, compresión o daño físico.

Explosiones por sobrepresión

En éstas, un gas comprimido hace colapsar el recipiente que lo contiene por aumento de presión. Este aumento puede deberse a temperatura o daño exterior. El gas debe estar exclusivamente en forma gaseosa y puede generar una llamarada al romperse el envase si el producto es inflamable, además de la proyección de las partes del estanque en forma de esquirlas.

El volumen de la nube que se forme será proporcional a la cantidad de producto almacenado.



Recipiente afectado por una explosión por sobre presión.

BLEVE

Las explosiones de vapor en expansión de líquidos en ebullición (conocidas normalmente por sus iniciales en inglés BLEVE), son explosiones mecánicas que afectan a recipientes que contienen líquidos, a una temperatura superior a su punto de ebullición a presión atmosférica. Se puede producir la BLEVE en recipientes tan pequeños como los mecheros desechables, o tan grandes como camiones cisterna o depósitos industriales.

La BLEVE se produce cuando la temperatura del líquido y el vapor que hay en un depósito o recipiente cerrado, se eleva hasta un punto en que el recipiente ya no soporta el aumento de presión interna y colapsa.

Bomberos en emergencias pueden anticipar éste fenómeno y tomar medidas preventivas reconociendo sus signos. Estos se desarrollan típicamente en 5 fases que se han determinado previas a su ocurrencia:

FASE 1: Fuego directo en contacto con un recipiente metálico cerrado con líquido en su interior.



FASE 2: Activación de la válvula de alivio de presión del recipiente dejando escapar parte del contenido. Algunos recipientes no cuentan con válvula de alivio por lo que esta fase no es observable en ellos.



FASE 3: Cambio de coloración en el manto del estanque en la zona de contacto con las llamas, especialmente sobre la línea de flotación del líquido, el cual puede ir acompañado con la deformación de la superficie metálica.



FASE 4: Generación de fisura que se propaga por el manto, permitiendo la violenta fuga de vapor desde el interior y gasificando casi todo el líquido contenido.



FASE 5: Inflamación de la nube de vapor en caso de ser un líquido inflamable, generación de onda expansiva con características explosivas y proyección de los pedazos del recipiente a una velocidad cercana a los 300 metros por segundo en todas direcciones.



La rotura del recipiente se puede producir por una menor resistencia como resultado de una anomalía mecánica o por el calentamiento localizado por encima del nivel del líquido que debilita el acero al carbono de la mayoría de los recipientes.

Si el contenido del recipiente es combustible, la bola de vapor será una bola de fuego. Si no es combustible, igualmente existirá BLEVE pero no se quemarán los vapores. La ignición se produce por cualquier fuente de ignición cercana.

Un ejemplo corriente de BLEVE en la que no participan líquidos inflamables, es la explosión de una caldera de vapor o de una olla a presión.

La GRE 2016 indica datos sobre BLEVE entre los que destacan por ejemplo colapso de cilindros y estanques. Estos son algunos ejemplos de contenedores con las distancias de la bola de fuego, de muerte por esquirlas y de restos encontrados pero sin resultado fatal:

Capacidad del cilindro o estanque	Diámetro de la bola de fuego	Distancia para el equipo de respuesta	Distancia para evacuación de civiles
40 kilos	10 metros	90 metros	154 metros
800 kilos	28 metros	111 metros	417 metros
8800 kilos	62 metros	247 metros	926 metros
16800 kilos	77 metros	306 metros	1149 metros
56000 kilos	114 metros	457 metros	1715 metros

POE ante posible BLEVE

Reconocidos los signos que podrían originar una BLEVE en un recipiente, vehículo o instalación se propone considerar el siguiente procedimiento:

1. Aislar la zona a más de 100 metros a la redonda de forma inicial.
2. Verificar rápidamente el volumen del contenedor para aplicar las distancias de evacuación recomendadas en la GRE 2016.
3. Si el análisis de riesgo lo aconseja, iniciar enfriamiento de estanque con monitores portátiles lanzando agua sobre el nivel del líquido almacenado a la máxima distancia posible. Los monitores deben ser instalados sin personal que los opere. Nunca ocupar monitores de las máquinas, pues implica acercarlos peligrosamente a la zona del posible BLEVE. Recordar que el máximo alcance longitudinal de un chorro de agua se alcanza con ángulos entre 30° y 34°.
4. Buscar fuente de agua segura, pues se han dado casos extremos de ocurrencia de BLEVES después de 20 horas de exposición al fuego.



Aplicación de agua mediante monitor portátil a 30° de inclinación.

5. El inicio y término del enfriamiento, debe ser decidido luego de un análisis serio y profundo de la situación en la cual participen expertos de la empresa involucrada, Bomberos y otros profesionales afines. En la mayoría de los casos, al encontrarse con una posible BLEVE, se aislará el lugar a suficiente distancia y se espera que ocurra la explosión.