

# Emergencias con gases



[Honor, Valor, Disciplina]

U.A.E. CUERPO OFICIAL  
**BOMBEROS**  
BOGOTÁ D.C.



ALCALDÍA MAYOR  
DE BOGOTÁ D.C.  
GOBIERNO, SEGURIDAD Y CONVIVENCIA  
Unidad Administrativa Especial Cuerpo  
Oficial de Bomberos

## Unidad Administrativa Especial Cuerpo Oficial de Bomberos de Bogotá

Gustavo Francisco Petro Urrego  
Alcalde Mayor de Bogotá

Euclides Mancipe Tabares  
Director U.A.E. Cuerpo Oficial de Bomberos  
de Bogotá

Mauricio Ayala Vásquez  
Subdirector Operativo

Sandra Janneth Romero Pardo  
Subdirectora de Gestión Humana

Carlos Armando Oviedo Sabogal  
Subcomandante  
Coordinador Área de Capacitación y  
Entrenamiento

### Apoyo revisión

Germán Aldana Matiz - Sargento  
Edgar Manuel Rojas Vanegas - Bombero  
Leonardo Bernal Rincon - Bombero  
Alvaro Acevedo Silva - Bombero  
Claudia Patricia González Ramírez - Aux.  
Administrativa

### Elaboración

Comandante Gerardo Martínez  
Subcomandante Jorge Enrique Galindo  
Reyes  
Teniente Ciprian Bohórquez Fracica  
Cabo Edgar Briceño  
y Equipo Matpel

### Estandarización de módulos

Instituto de Extensión y Educación para el  
Trabajo y Desarrollo Humano, IDEXUD,  
Universidad Distrital  
Francisco José de Caldas

### Fotografía

Oficina Asesora en Comunicaciones y  
Prensa  
U.A.E. Cuerpo Oficial de Bomberos de  
Bogotá

### Impresión

U.A.E. Cuerpo Oficial de Bomberos  
Bogotá, D.C.  
2014

### AVISO IMPORTANTE ACERCA DE ESTE DOCUMENTO

La U.A.E. Cuerpo Oficial de Bomberos de Bogotá no se responsabiliza por ninguna lesión personal, a la propiedad, ni otros daños de cualquier naturaleza, ya sea especial, indirecto, como consecuencia de algo, o compensatorio, que resulte directa o indirectamente de esta publicación, de su uso, o de su confiabilidad. La U.A.E. Cuerpo Oficial de Bomberos de Bogotá no garantiza ni da garantías sobre la veracidad o la cantidad de la información aquí publicada.



[Honor, Valor, Disciplina]

**U.A.E. CUERPO OFICIAL  
BOMBEROS**  
BOGOTÁ D.C.



## Tabla de contenido

Pág.

Introducción.....	4
Objetivos.....	5
<b>1. Normatividad.....</b>	<b>6</b>
<b>2. Gases.....</b>	<b>7</b>
<b>2.1. Definición.....</b>	<b>7</b>
<b>3. Características de los gases.....</b>	<b>9</b>
<b>4. Clasificación de los gases.....</b>	<b>11</b>
<b>4.1. Clasificación por sus propiedades químicas.....</b>	<b>11</b>
<b>4.2. Clasificación por sus propiedades físicas.....</b>	<b>14</b>
<b>4.3. Clasificación según su uso.....</b>	<b>16</b>
<b>5. Riesgos de los gases.....</b>	<b>18</b>
<b>5.1. Riesgos del gas en un recipiente.....</b>	<b>18</b>
<b>5.2. Dispositivo de descarga de presión .....</b>	<b>20</b>
<b>6. BLEVE de gases licuados .....</b>	<b>21</b>
<b>6.1. Protección contra la BLEVE.....</b>	<b>25</b>
<b>6.2. Riesgos de la BLEVE.....</b>	<b>26</b>
<b>7. Combustión de los gases al escapar del contenedor.....</b>	<b>28</b>
<b>7.1. Gases tóxicos o venenosos.....</b>	<b>29</b>
<b>7.2. Oxígeno y gases oxidantes.....</b>	<b>29</b>
<b>7.3. Gases licuados y criogénicos.....</b>	<b>29</b>





<b>7.4.</b>	Gases inflamables.....	29
<b>8.</b>	<b>Control de gases en emergencias.....</b>	<b>33</b>
<b>8.1.</b>	Control de emergencias sin incendio.....	34
<b>8.2.</b>	Control de emergencias con incendios.....	35
<b>9.</b>	<b>Emergencias comunes con gases.....</b>	<b>36</b>
<b>9.1.</b>	Gas natural.....	36
<b>9.2.</b>	Gas licuado del petróleo (GLP).....	38
<b>9.3.</b>	Diferencias de los gases metano y propano.....	40
<b>10.</b>	<b>Gases y sus propiedades.....</b>	<b>42</b>
<b>10.1.</b>	Acetileno.....	42
<b>10.2.</b>	Amoniaco.....	43
<b>10.3.</b>	Cloro.....	44
	<b>Bibliografía.....</b>	<b>46</b>







## **Introducción**

Los gases son elementos y compuestos que tienen diversas características, las cuales son de vital importancia conocer por el bombero para sus labores. Los gases son el estado más simple de la materia, no tienen forma ni estructura determinada, dependen en gran medida de los recipientes que los contienen.

De esta manera en el presente texto se enuncia la normatividad colombiana principal acerca de los gases, se estudia a fondo los gases, respecto a sus características y propiedades. Además se muestran los principales riesgos con los gases, los cuidados que se deben tener con éstos, lo anterior, con el fin de adquirir las herramientas necesarias que permitan un buen manejo de los gases por parte del bombero en relación con el transporte, el almacenamiento y el tratamiento que se les debe dar según la emergencia presentada.





## Objetivos

1. Enunciar las principales normas que reglamentan el uso, transporte y almacenamiento de los gases.
2. Definir y enunciar las características de los Gases.
3. Clasificar los gases según sus propiedades químicas, físicas y el uso que se les da.
4. Conocer los principales riesgos que se presentan con los gases.
5. Definir qué es la BLEVE, sus características y riesgos.
6. Entender la combustión de los gases dentro de un contenedor.
7. Tener las herramientas necesarias para ser utilizadas en el control de los gases en caso de emergencia.
8. Conocer el tipo de emergencias más comunes presentadas con lo gases.





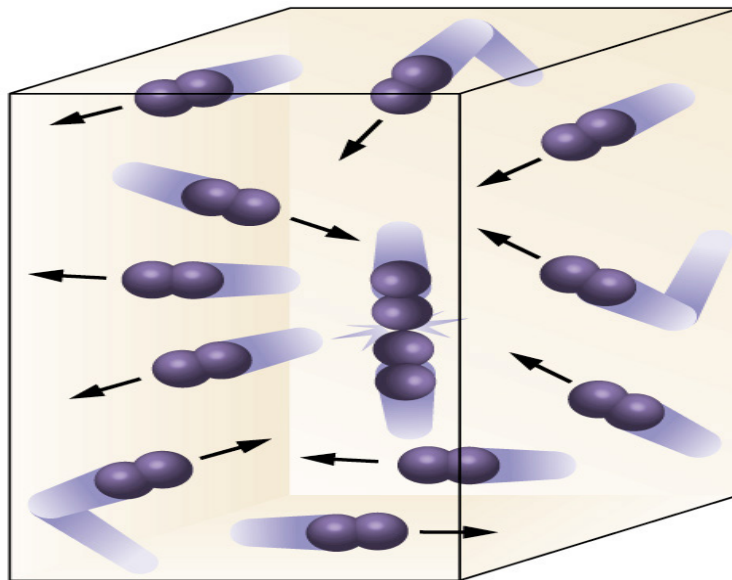
# 1. Normatividad

- Resolución número 180928 del Ministerio de Minas y Energía, Por la cual se expide el reglamento Técnico aplicable a las Estaciones de Servicio que suministran Gas Natural Comprimido para uso Vehicular.
- Norma Técnica Colombiana NTC 3631, Ventilación de recintos interiores donde se instalan artefactos que emplean gas combustible.
- Norma Técnica Colombiana NTC 3728, Gasoductos, redes de distribución urbana de gas.
- Norma Técnica Colombiana NTC 2505; Instalaciones para suministro de gas destinadas a usos residenciales y comerciales.
- Resolución 80505 del Ministerio de Minas, “ Por la cual se dicta el reglamento técnico al cual debe someterse el almacenamiento, manejo, comercialización mayorista y distribución de gas licuado del petróleo, GLP”.
- Decreto 1609 de 2002 Del Ministerio de Transporte.” Por el cual se reglamenta el manejo y transporte terrestre automotor de mercancías peligrosas”.
- Decreto 4147 de Secretaria de ambiente. ”Por el cual se reglamenta parcialmente la prevención y el manejo de los residuos y desechos peligrosos en el marco de la Gestión Integral”.
- NTC 1692, embalajes y envases para mercancías Peligrosas.





## 2. Gases



### 2.1. Definición

La palabra gases procede de la palabra CAOS, que define el estado más simple de la materia. Sus moléculas se mueven al azar, colisionando entre sí a gran velocidad y ocupando el volumen que tiene disponible, por esto los gases se mezclan rápidamente. Un volumen de cualquier gas, a la misma temperatura y presión, contiene el mismo número de moléculas, sin importar el tipo de gas. Esto significa que es muy conveniente medir un gas por volumen.







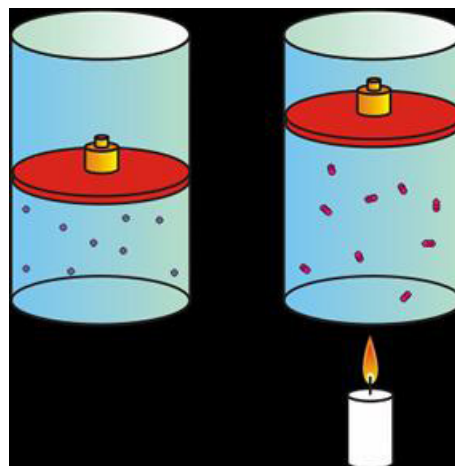
El término gas describe el estado físico de una materia que no tiene forma ni volumen propios, si no que se adaptan a la forma del recipiente que los contiene. Los gases están compuestos de partículas extremadamente diminutas en constante movimiento. Dicho movimiento afecta las propiedades y comportamiento de los gases, a mayor temperatura más rápido es el movimiento.

Puesto que todas las sustancias pueden existir en estado gaseoso, dependiendo de su presión y temperatura, el término gas aquí empleado sólo se aplica a aquellas sustancias que existen en estado gaseoso en condiciones “normales” de temperatura y presión, 21°C y 14,7 PSI.





### 3. Características de los gases



Tomada de: <http://www.profesorenlinea.cl>

Los gases poseen las siguientes propiedades únicas que los caracterizan:

- **Compresibilidad:** la capacidad de reducir su volumen ante la acción de la presión (una fuerza externa).
- **Elasticidad:** es la habilidad de recuperar volumen ante la supresión de una presión externa.
- **Capacidad de difusión:** la expansión de un gas a través de todo el volumen de su contenedor.





- **Dilatabilidad:** el incremento en volumen ante un aumento en temperatura. Estas propiedades de los gases se deben a su composición, su comportamiento y a tres importantes factores; la presión (P), la temperatura (T) y el volumen (V).
- **La presión (P):** es una medición atribuida un valor numérico cuantitativo a una propiedad de un cuerpo que mide la fuerza por unidad de superficie, y sirve para caracterizar como se aplica una determinada fuerza resultante sobre una superficie.
- **La temperatura (T):** “es una magnitud referida a las nociones comunes de calor o frío. Por lo general, un objeto más “caliente” tendrá una temperatura mayor”. La temperatura es una medida del calor o energía térmica de las partículas en una sustancia. Como lo que medimos en su movimiento medio, la temperatura no depende del número de partículas en un objeto y por lo tanto no depende de su tamaño.
- **El volumen:** (V) es la medida del espacio tridimensional que ocupa un cuerpo. En el caso de los gases, estos se expanden para ocupar todo el espacio de los recipientes en los cuales se encuentran. El volumen de los gases usualmente se mide en litros o decímetros cúbicos (L ó dm<sup>3</sup>) por el tamaño de sus contenedores. Debido al pequeño tamaño de las partículas de las cuales se componen los gases, la mayor parte del volumen de un gas está compuesta por espacio vacío. Es el espacio ocupado por un cuerpo y se da en unidades de volumen

### Ejemplo:

- M<sup>3</sup> = 1000 litros.
- Litro = 1000 c.c.
- Un c.c. = 1 mililitro.





## 4. Clasificación de los gases

La manipulación efectiva del gran número y variedad de gases, tanto en la industria como en nuestro medio ambiente (nosotros respiramos una mezcla de gases llamada aire), requiere que los gases sean clasificados. Estas clasificaciones de gases se basan en ciertos denominadores comunes, que reflejan sus propiedades físicas, químicas y usos primarios.

### 4.1. Clasificación por sus propiedades químicas

Las propiedades químicas de un gas son de gran importancia en la protección contra incendios, debido a su capacidad para reaccionar con otros materiales, consigo mismo o con la producción de cantidades potencialmente peligrosas de calor o productos derivados de la reacción.

Los gases pueden clasificarse según sus propiedades físicas y propiedades químicas.

#### ► Gases inflamables

Es un gas que pueda arder en concentraciones normales de oxígeno en el aire, los gases inflamables arden en el aire igual que los vapores de los líquidos inflamables; es decir, cualquier gas entrará en combustión sólo dentro de una determinada composición de la mezcla







aire-gas (conocidos como límites de inflamabilidad) y una temperatura específica que permite iniciar la reacción (temperatura de ignición).

Aunque los vapores de líquidos inflamables y los gases inflamables muestran idénticas características de combustión, el término punto de inflamación, que describe una propiedad común y necesaria para la combustión de los líquidos inflamables, no tiene prácticamente significado en lo que se refiere a los gases.

### ► Gases no inflamables

Son los que no arden en ninguna concentración de aire o de oxígeno. Algunos de estos gases pueden mantener la combustión de otras materias, mientras otros tienden a sofocarla. Los que mantienen la combustión se llaman oxidantes y se trata, generalmente, de oxígeno o de mezclas de oxígeno con otros gases, como oxígeno-helio u oxígeno-nitrógeno y ciertos óxidos gaseosos como el óxido nítrico.

Entre los más comunes que no mantienen la combustión, se encuentran el nitrógeno, el helio, el dióxido de carbono, el dióxido de azufre y el argón, entre otros, generalmente llamados gases inertes.



### ► Gases reactivos

Se distinguen de los otros gases porque reaccionan con otros estados de la materia (sólido o líquido) o consigo mismo produciendo grandes cantidades de calor o productos de reacción potencialmente peligrosos, un





ejemplo es el flúor que reacciona prácticamente con todas las sustancias orgánicas e inorgánicas, a temperatura y presiones normales suficientes para producir llama. De similares características son el cloro y el hidrógeno.

### ► Gases tóxicos

Los gases tóxicos son aquellos que producen envenenamiento en los seres vivos, no necesariamente son corrosivos, pueden causar la muerte de aquellos que los respiren o entren en contacto con la piel, si se encuentran liberados en la atmósfera resultan venenosos o irritantes al contacto con la piel. Por ejemplo el cloro, el sulfuro de hidrogeno, el dióxido de azufre, el amoniaco y el monóxido de carbono. La presencia de tales gases puede complicar las medidas de lucha contra el fuego, si los bomberos están expuestos a su acción.



### ► Gases corrosivos

Los gases corrosivos tienen como característica una gran actividad química, estos gases son bastante agresivos con el medio ambiente, y pueden causar grandes daños a los seres vivos por su acción tóxica que puede llegar a destruir los tejidos de cuerpo humano.



Entre los gases corrosivos se encuentran el cloro, el ácido hidrofúorhídrico, el ácido clorhídrico y el ácido hidrobromico.





## 4.2. Clasificación por sus propiedades físicas

Estas propiedades tienen gran importancia para la protección y lucha contra el fuego, puesto que afectan el comportamiento de los gases mientras permanecen en sus recipientes y cuando se liberan accidentalmente.

Los gases deben estar totalmente encerrados en recipientes para su transporte, manipulación y almacenamiento hasta el momento de su empleo, los gases son más ligeros que los líquidos o los sólidos.

Los átomos y las moléculas no siempre se mueven a la misma velocidad. Esto significa que hay un rango de energías entre ellas. En un gas, por ejemplo, las moléculas se mueven en direcciones aleatorias y a diferentes velocidades, algunas se mueven rápido y otras más lentamente. A veces estas moléculas colisionan entre sí. Cuando esto ocurre las moléculas aumentan su velocidad y transfieren parte de su energía a las que se mueven más despacio, haciendo que las más rápidas se ralenticen y las más lentas se aceleren. Si se pone más energía en el sistema, la velocidad media de las moléculas se incrementa. Cabe resaltar que se pueden encontrar gases en estado líquido debido a la compresión que se les hace.

### ► Gases comprimidos

Son aquellos que a temperaturas atmosféricas normales se mantienen en estado líquido y bajo cierto tipo de presión pasan a estado líquido. La presión depende tanto del recipiente como de la cantidad de gas que se encuentra dentro de éste. La temperatura también tiene influencia sobre su estado.

Las presiones más comunes utilizadas en Colombia para el envase del gas comprimido, como el nitrógeno, el gas natural, el helio, el argón y oxígeno es de





2.200 a 2.900 libras por pulgada cuadrada, estos son conocidos como “gases permanentes”, porque sin importar a que presión se encuentren, mientras estén a temperatura ambiente, siempre están en estado gaseoso.

La presión es una forma de almacenamiento de energía, la cual requiere de extremo cuidado en el momento de manejarla. A pesar que los cilindros son elementos que involucran excelentes medidas de seguridad, es preciso tener cuidados adicionales en su manipulación.

### ► Gases licuados

Son aquellos que a temperatura ambiente y bajo cierta presión permanecen en estado parcialmente líquido. Generalmente son envasados en cilindros de acero y para su utilización es necesario un regulador de presión. La presión al interior del cilindro permanece constante, no importa cuánto de su contenido haya sido retirado, este valor depende de cada gas y solamente varía con la temperatura del medio ambiente, técnicamente se dice que el gas se encuentra licuado bajo su propia presión.

Si la presión a la que se encuentra el gas licuado se reduce súbitamente, el producto pasa del estado líquido al estado sólido, generalmente en forma de nieve. Para evitar esto solamente se puede extraer hasta un 10% de su contenido por hora.

### ► Gases criogénicos

Es aquel gas licuado que se puede almacenar a una temperatura inferior de menos de 90 grados centígrados ( $-90^{\circ}\text{C}$ ). La principal razón para distinguir entre gas criogénico y gas licuado es que el gas criogénico no puede mantenerse indefinidamente en







el recipiente debido a que este no puede impedir la penetración del calor de la atmósfera, que tiende a elevar continuamente la presión hasta un nivel que puede llegar a exceder la capacidad de resistencia de cualquier contenedor.

Estos gases presentan riesgos derivados de la bajísima temperatura a la cual se encuentran, si se llegase a presentar un derrame de gases criogénicos estos formarían una nube densa de neblina, causada por la condensación de la humedad del medio ambiente. El contacto con este producto puede causar congelaciones y quemaduras.

### 4.3. Clasificación según su uso

Las normas, códigos y lenguajes de la industria en general clasifican a menudo los gases según sus usos principales.

#### ► Gases combustibles

Son gases inflamables que se emplean generalmente para ser quemados, que se combinan con aire para producir calor, los más comunes son el gas natural y los gases licuados del petróleo (butano y propano).



Tomada de: <http://www.bomberosxalapa.org/>





### ► Gases industriales

Abarcan toda la gama de gases clasificados según sus propiedades químicas y se emplean comúnmente en los procesos industriales para soldadura, oxicorte, tratamientos térmicos, procesos químicos, refrigeración etc.

### ► Gases de uso médico

Es la clasificación más especializada; estos gases son utilizados comúnmente como anestésicos y en terapia respiratoria, los más comunes son el oxígeno y el óxido nitroso.

Para la valoración sistemática de los riesgos que se presentan en los gases, es útil distinguir los riesgos de los gases encerrados en un recipiente y los que se fugan o escapan de los recipientes.





## 5. Riesgos de los gases

### 5.1. Riesgos del gas en un recipiente

Los gases se expanden cuando se calientan, incrementando la presión sobre el recipiente, lo que puede provocar el escape de gas, la rotura del recipiente o ambos fenómenos. En los incendios, los recipientes pueden fallar provocando una fuga mayor o una explosión.

Un gas comprimido tiende simplemente a expandirse, según las leyes clásicas del comportamiento de los gases, ningún gas sigue exactamente estas leyes, pero las leyes de Boyle y Charles son precisas para predecir el comportamiento de los gases en condiciones normales.

#### ► Ley de Boyle

La ley de Boyle establece que la presión de un gas en un recipiente cerrado es inversamente proporcional al volumen del recipiente, cuando la temperatura es constante.

El volumen es inversamente proporcional a la presión:

- Si la presión aumenta, el volumen disminuye.
- Si la presión disminuye, el volumen aumenta.





Al aumentar el volumen, las partículas (átomos o moléculas) del gas tardan más en llegar a las paredes del recipiente y por lo tanto chocan menos veces por unidad de tiempo contra ellas. Esto significa que la presión será menor ya que ésta representa la frecuencia de choques del gas contra las paredes. Cuando disminuye el volumen la distancia que tienen que recorrer las partículas es menor y por tanto se producen más choques en cada unidad de tiempo: aumenta la presión. Boyle descubrió que, si la cantidad de gas y la temperatura permanecen constantes, el producto de la presión por el volumen siempre tiene el mismo valor. Como se puede observar en la siguiente ecuación:

$$PV = K \text{ (constante)}$$

### ► Ley de Charles

En 1787, Jack Charles estudió por primera vez la relación entre el volumen y la temperatura de una muestra de gas a presión constante y observó que cuando se aumentaba la temperatura el volumen del gas también aumentaba y que al enfriar el volumen disminuía.

El volumen es directamente proporcional a la temperatura del gas:

- Si la temperatura aumenta, el volumen del gas aumenta.
- Si la temperatura del gas disminuye, el volumen disminuye.

Cuando aumentamos la temperatura del gas las moléculas se mueven con más





rapidez y tardan menos tiempo en alcanzar las paredes del recipiente. Esto quiere decir que el número de choques por unidad de tiempo será mayor. Es decir se producirá un aumento (por un instante) de la presión en el interior del recipiente y aumentará el volumen (el émbolo se desplazará hacia arriba hasta que la presión se iguale con la exterior). Esto puede plasmarse en la siguiente ecuación:

$$\frac{V}{T} = k$$

## 5.2. Dispositivo de descarga de presión

En los contenedores de gases comprimidos y licuados se instalan dispositivos de descarga o válvulas de alivio para mantener la presión constante o en límites admisibles dentro de los recipientes. La capacidad de alivio de estos dispositivos se basa en la descarga de gas, en un incendio es posible que el mecanismo descargue líquido en vez de gas, por ejemplo si el recipiente se voltea.





## 6. BLEVE de gases licuados



Foto: U.A.E. Cuerpo Oficial de Bomberos de Bogotá

Los casos en que los contenedores de gas licuado fallen y se rompen en pedazos son lo suficientemente comunes como para merecer que se traten en detalle. Estos fallos se denominan “Explosiones de Vapor en Expansión de un Líquido en Ebullición” (BLEVE, boiling-liquid-expanding-vapor explosión), constituyendo una explosión por liberación súbita de presión.







- B** Boiling.....Ebullición
- L** Liquid.....Líquido
- E** Expanding.....Expansión
- V** Vapor.....Vapor
- E** Explosión..... Explosión

Este tipo de explosión ocurre en tanques que almacenan gases licuados a alta presión, en los que por ruptura o fuga del tanque, el líquido del interior entra en ebullición y se incorpora masivamente al vapor en expansión. Si el vapor liberado corresponde a un producto inflamable, se genera una bola de fuego también en expansión.

En una BLEVE la expansión explosiva tiene lugar en toda la masa de líquido evaporada súbitamente.

La BLEVE se presenta por:

- Recipiente recibiendo la acción del fuego.





- ▶ Aumento de presión interna y pérdida de resistencia del material por el calor recibido.



- ▶ Relajamiento de presión (ruptura del recipiente).



- ▶ Ebullición tipo flash, se caracteriza por la formación de una bola de fuego en forma de hongo, con expansión lateral y ascendente.





- Fuerte onda de choque.



- Intensa radiación calórica, producto de dos fuentes: de llamas y de radiación exotérmica.



La mayoría de las BLEVES del gas licuado ocurren cuando los recipientes se encuentran llenos de líquido entre algo menos de la mitad y tres cuartos de su capacidad. La relación entre la energía liberada y el peso de los trozos del contenedor es de tal magnitud que éstos salen despedidos a distancias de hasta 800 metros.





## 6.1. Protección contra la BLEVE



Foto: U.A.E. Cuerpo Oficial de Bomberos de Bogotá

La protección de recipientes de gases licuados sin aislamientos expuestos al fuego se realiza mediante la proyección de agua, para crear una película acuosa en las partes del recipiente que están en contacto interno con el líquido, el método varía desde la aplicación de chorros maestros hasta la aplicación de agua pulverizada.

Las acciones a seguir son:

- Evacue las personas del lugar.
- Refrigere el cilindro todo el tiempo hasta recuperar su temperatura normal.

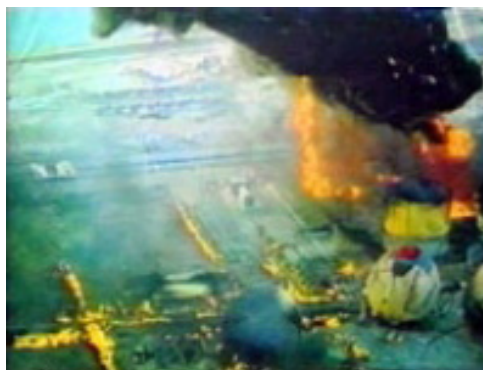






- Controle el fuego si le es posible.
- Retire el contenedor a un sitio ventilado si el fuego se lo permite.

## 6.2. Riesgos de la Bleva



Tomada de: [www.bobmberoprofesional.com](http://www.bobmberoprofesional.com)

### ➤ Incendio

- **Radiación térmica de la bola de fuego:** La radiación infrarroja de la bola de fuego suele tener un alcance mayor que el resto de efectos, y es la que causa mayores daños. El alcance de la radiación depende del tipo y cantidad del producto almacenado y de la temperatura y humedad relativa ambiental, la altísima radiación térmica de la bola de fuego formada, provocará la muerte de todo ser vivo que quede encerrado en la misma y la posibilidad de propagación de incendio y BLEVES a instalaciones y recipientes próximos generando un efecto domino.
- **Sobrepresión por onda expansiva:** La magnitud de la onda de sobrepresión depende de la presión de almacenamiento, del calor específico del producto implicado y de la resistencia mecánica del contenedor.
- **Proyectiles o fragmentos:** La formación de proyectiles suele limitarse a los





fragmentos metálicos del tanque y a piezas cercanas a éste: Se trata de una consecuencia difícilmente predecible. La proyección de fragmentos metálicos de diferentes tamaños del recipiente explotado podrá alcanzar distancias considerables, incluso de hasta 1000 metros

- ▶ También puede producirse el denominado efecto domino, cuando los efectos alcanzan otras instalaciones o establecimientos con sustancias peligrosas, pudiéndose generar en ellos nuevos accidentes secundarios que propaguen y aumenten las consecuencias iniciales.







## 7. Combustión de los gases al escapar del contenedor



Foto: U.A.E. Cuerpo Oficial de Bomberos de Bogotá

Los riesgos que presentan los gases escapados de sus recipientes varían según sus propiedades químicas y físicas y la naturaleza del medio ambiente en que se escapan. Todos los gases, con excepción del oxígeno y del aire, presentan un cierto riesgo para las personas, al desplazar el aire necesario para la respiración. Los gases incoloros e





inodoros como el Nitrógeno, Helio, Argón y otros son especialmente peligrosos ya que no se advierte su presencia.

### **7.1. Gases tóxicos o venenosos**

Los riegos que presentan este tipo de gases son evidentes. Son especialmente peligrosos cuando se desprenden en el proceso de la combustión durante un incendio ya que pueden impedir los esfuerzos para combatirlo no permitiendo o retrasando el acceso de los bomberos al sitio del incidente.

### **7.2. Oxígeno y gases oxidantes**

Aunque no son inflamables, estos gases pueden hacer que otras materias entren en ignición a temperaturas más bajas; pueden acelerar la combustión o hacer que se inicie un incendio al facilitar la propagación de las llamas.

### **7.3. Gases licuados y criogénicos**

Estos gases presentan un riesgo para las personas e inmuebles, si se escapan en forma de líquido, debido a sus bajas temperaturas. El contacto con estos líquidos fríos puede causar congelaciones, que pueden ser muy graves si la exposición es prolongada. Las propiedades de muchos materiales de construcción y estructurales, particularmente los plásticos y el acero se ven afectados por las bajas temperaturas; los cuales se hacen quebradizos y pueden provocar un fallo estructural.

### **7.4. Gases inflamables**

Debido a su abundancia el comportamiento de los gases inflamables escapados de sus





envases es del máximo interés ya que presentan dos clases de riesgos fundamentales: explosiones por combustión e incendios.

### ► **Explosiones por combustión**

Como el origen de la presión es una combustión, este tipo de explosión se llama explosión por combustión. También se le llama explosión de habitación, explosión de vapor aire y otros, la explosión por combustión necesita la acumulación de una gran cantidad de mezcla inflamable de gas y aire con un espacio cerrado. Además la relación entre la cantidad de la mezcla y la resistencia de cierta parte de la estructura se ve superada por el potencial de generación de presión de la mezcla. Si el espacio cerrado tuviera suficiente resistencia para soportar la presión, no podría ocurrir la explosión, porque lo que determina básicamente que la explosión pueda ocurrir o no, es, precisamente, el comportamiento del espacio cerrado: sin embargo hay pocas estructuras que puedan resistir semejante presión.

Las explosiones por combustión pueden producirse en el siguiente orden:

- 1.** El gas inflamable o la fase líquida de un gas inflamable licuado se escapa de su recipiente, tubería. Al escapar, el líquido se evapora rápidamente y produce grandes cantidades de vapores características de la transición de líquido a vapor.
- 2.** El gas se mezcla con el aire.
- 3.** En ciertas proporciones de gas y aire (los márgenes de inflamabilidad o combustibilidad) la mezcla es inflamable y arderá.
- 4.** La mezcla inflamable, una vez que ha entrado en ignición, arde rápidamente y





produce grandes cantidades de calor.

- 5.** El calor producido es absorbido por todo objeto próximo a la llama o a los productos gaseosos de la combustión que están a altas temperaturas.
- 6.** Casi todas las materias se dilatan cuando absorben calor. La materia que más se expande en la cercanía de una llama o de los productos gaseosos de la combustión a altas temperaturas es el aire. Como se ve en las leyes de los gases, en donde se habla que el aire se dilata al doble de su volumen por cada 237°C de aumento de temperatura.
- 7.** Si el aire no puede expandirse debido a estar encerrado en una habitación o espacio confinado, el resultado es el aumento de presión en el interior del mismo.
- 8.** Si la estructura o el espacio no es lo suficientemente fuerte como para resistir esta presión, algunos de sus elementos cederán de forma rápida y brusca, desplazándose de su posición original, con un ruido violento y estruendoso: esta actividad describe en parte una explosión.

### ► **Protección contra la explosión por combustión**

Las medidas de prevención básicas contra la explosiones por combustión se dirigen a limitar la acumulación de mezclas de aire y gas inflamable en el interior de los edificios. Es fundamental reducir al mínimo las posibilidades de escapes, empleando recipientes y maquinaria de sólida y robusta construcción, y limitar al máximo la emisión de grandes cantidades de gas mediante la utilización de dispositivos de emergencia de control de flujos, reduciendo, al mismo tiempo, el número y dimensiones de los orificios.





Muchos gases son incoloros e inodoros, por lo que es corriente conferirles un olor fuerte para facilitar la detección de fugas. Lo anterior se refiere principalmente al gas natural y a los gases licuados del petróleo. Aunque la odorización sea una medida efectiva tiene sus limitaciones. El mecanismo detector (El olfato) no siempre está presente, por ejemplo cuando el local está vacío o sus ocupantes dormidos.

La acumulación de la mezcla en edificios puede limitarse también por los sistemas de ventilación. El control de las fuentes de ignición es fundamental para prevenir este tipo de explosiones. Sin embargo, esta actuación se limita principalmente a las operaciones industriales. También se puede proteger con un diseño especial de la estructura, que permita que algunos de sus elementos se deformen a presiones menores, mientras los demás permanecen en su lugar. Esto se le llama desahogo o liberación de la explosión (que no debe confundirse con ventilación).

### ► **Combustión en el interior del recipiente**

Un riesgo de los gases contenidos en un recipiente, menos frecuente pero no menos importante, es el de su rotura por el exceso de presión, debido a la combustión del gas en su interior. Muy rara vez se sirve una mezcla envasada de oxígeno o aire con otro gas, pero podría producirse accidentalmente. La mayor parte de estas explosiones tiene lugar durante la aplicación industrial o médica de los gases, puesto que en este tipo de actividades se emplea frecuentemente aire u oxígeno comprimido en combinación con otros gases inflamables.







## 8. Control de gases en emergencias



Foto: U.A.E. Cuerpo Oficial de Bomberos de Bogotá

Los incidentes en los que hay gases presentes incluyen tanto los gases inflamables como los no inflamables. Los gases que se escapan con mayor frecuencia son inflamables. Afortunadamente los equipos de emergencia cuentan con dispositivos de detección de gases que les advierten sobre atmósferas potencialmente explosivas en las que hay presencia de gases inflamables. Los dos gases inflamables que mas sufren escapes son







el gas natural y el gas propano, si bien estos se utilizan con el mismo fin, los dos tienen características diferentes que modifican el modo de respuesta ante un escape de gas. En su estado natural ambos son inodoros pero cuando se les transporta a través de un sistema de distribución se les aplica un odorante (Etil Mercaptano). La disipación de los gases depende del clima. Los incidentes que más se presentan con escapes de gas natural en el perímetro urbano son por ruptura de tubería en la vía pública y/o hurto de contadores.

### 8.1. Control de emergencias sin incendio

Los escapes de gas se controlan, por lo general, dirigiéndolos, diluyéndolos y dispersándolos, para impedir su contacto con las personas. Evitando que el gas ingrese a los edificios si el escape se presenta en el exterior. Eliminando las posibles fuentes de ignición, mientras se trabaja en el control del escape de gas en el punto de fuga. Para canalizar, diluir o dispersar el gas se necesita el empleo de un fluido que pueda ser portador, los más eficaces son el agua, el aire y el vapor. El aire se emplea en los espacios interiores y confinados mediante el proceso de ventilación mecánica, para desalojar los gases inflamables. El agua se utiliza de forma pulverizada aplicándola mediante mangueras con boquillas especiales para dispersar las nubes de gases inflamables. Cuando se usa agua en gases y líquidos criogénicos hay que tener precaución de que no le caiga agua a la válvula de alivio pues esta se podría congelar y anular el dispositivo de seguridad.

En los escapes de gases comprimidos la densidad es un factor importante, los gases licuados poseen un indicador importante perfectamente visible e inherente a su naturaleza, porque el efecto refrigerante de sus vapores condensan el vapor de agua del aire y produce una niebla, aunque la mezcla de gas y aire inflamable se extienda unos metros más allá de los bordes visibles de la nube. Por ende y dependiendo de la naturaleza de cada gas y el tipo de recipiente donde se encuentra almacenado, cada emergencia debe manejarse de forma diferente.





## 8.2. Control de emergencias con incendios

Las emergencias con incendio se reducen generalmente disminuyendo la cantidad de calor producido por el fuego mediante la aplicación de agua, mientras de ser posible se controla la fuga de gas inflamable. Otros incendios se pueden extinguir por medio de Agentes Extintores convencionales entre los que se encuentran el dióxido de carbón, los polvos químicos secos y el Solkaflan. Sin embargo, se debe tener cuidado de que el incendio de gas no se convierta en una explosión por combustión si el gas continua escapándose después de su extinción.

Los métodos de aplicación de agua son los mismos que los utilizados en las emergencias sin incendio.



Foto: U.A.E. Cuerpo Oficial de Bomberos de Bogotá





## 9. Emergencias comunes con gases



### 9.1. Gas natural

El gas natural es un combustible de origen fósil que se extrae del subsuelo. Es más ligero que el aire y los expertos coinciden a la hora de calificarlo como la energía por excelencia del siglo XXI. Este combustible ocupa el tercer lugar en el ranking de fuentes de energía más utilizadas en el mundo y representa la quinta parte del consumo mundial. El gas natural es una mezcla de gases, cuyos componentes principales son los hidrocarburos





gaseosos, (en particular el metano que aparece en una proporción superior al 70%). Este gas se encuentra en la naturaleza en las llamadas “bolsas de gas”, bajo tierra, cubiertas por capas impermeables que impiden su salida al exterior. Se puede encontrar acompañando al crudo en pozos petrolíferos (gas natural asociado) o bien en yacimientos exclusivos de gas natural (gas natural no asociado).

Es un gas que se clasifica como inflamable, es una mezcla de materias que contienen carbono e hidrogeno.

El principal componente es el metano con menores cantidades de etano, propano y butano. La composición varía de la fuente si es gas natural de gaseoducto o un pozo de gas; el gas natural no es tóxico pero sí asfixiante, se utiliza como combustible en el hogar, la industria, en el comercio y hoy en día en la propulsión de vehículos. Se transporta como gas criogénico en camiones cisternas térmicamente aislados; los contenedores se protegen contra sobrepresiones mediante la instalación de válvulas de alivio de presión.

El incidente que más se presenta es la ruptura de tubería en la vía pública y/o hurto de contadores con tubería de cobre.

Las acciones de los primeros respondedores en este tipo de incidentes son el aislamiento, la protección de edificaciones y un sistema de alerta para avisar a los residentes de la zona hasta que se controle la emergencia. Si el escape está del lado de la salida del medidor, se puede cerrar la válvula del medidor.

El medidor se debe bloquear y solo la compañía de gas debe restaurar el servicio después de reparar el daño por donde se presentaba la fuga. El gas natural es más liviano que el aire por lo que en fugas tiende a ir a las partes altas y disiparse en el ambiente.





## ► Propiedades

CARACTERÍSTICAS	GAS NATURAL
Poder calorífico	8278 KCAL/m3
Densidad Relativa	0.67
L.I.E	5%
L.S.E	15%
Odorizante	Tetrahydrothiopheno

Tabla 1. Propiedades del Gas Natural

## 9.2. Gas licuado del petróleo (GLP)

Es un gas inflamable y combustible, es una mezcla de materias que contienen carbono e hidrogeno, predomina el propano o butano o mezclas de estos dos gases con menores cantidades de etanol, etileno, propileno, isobutano y butileno. Al igual que el gas natural no es tóxico pero si asfixiante, se emplea como combustible doméstico, comercial, agrícola e industrial. Se distribuye en cilindros móviles y estacionarios con capacidades que van de las 20 libras hasta las 420 libras.

### Características

- Es más pesado que el aire a presión y temperaturas normales.
- Pequeñas cantidades de vapor de gas, mezclados con el aire, formarían rápidamente una mezcla explosiva.
- Pequeñas cantidades de líquido forman grandes volúmenes de gas: 1 Kg. (1,96 lts) de propano líquido es igual a 522,5 litros de vapor.
- En estado puro no corroe el acero.







- Es inoloro, la fuga es visible por la baja temperatura que brinda una coloración blanca y refracta la luz.
- No es tóxico o venenoso, es un asfixiante cuando son aspirados en grandes concentraciones, 1% durante 10 minutos no produce alteraciones, 10% durante 10 minutos produce aturdimiento o vértigo, en importantes concentraciones puede producir, náuseas, vómito, asfixia y la muerte.
- Por las bajas temperaturas puede producir quemaduras por congelamiento.
- Se debe evitar el contacto con el producto ya sea en estado líquido o gaseoso puede ocasionar severas lesiones.
- Alto poder calorífico, mezcla con aire 1.900°C y mezcla con oxígeno 2.900 Jc.

### Propiedades

Inoloro	Metilmercaptano= 16,8 grs./1000 lts.
Inoloro	Refracta la luz – condensa el aire
No es tóxico	Asfixiante simple
Punto de ebullición	-42.1 °c
Densidad de vapor	1.53
Densidad de líquido	0.51
Temperatura de ignición	460- a 580 °c
Límite de inflamabilidad	LII 2,15 LSI 9,6

Tabla 2. Propiedades del GLP

Los escapes de GLP suelen involucrar cilindros, aunque es posible que también se presenten pérdidas en un gasoducto. El hecho de que el propano es más pesado que el aire, permanecerá a nivel del suelo y aumentará el peligro, ya que puede penetrar en el sistema de alcantarillado viajando hacia el interior de las edificaciones a través de los ductos y al encontrar una fuente de ignición se encenderá o explotará.







Los cilindros que contienen GLP están diseñados para ser llenados en un 80% de su capacidad total a fin de permitir la expansión del gas.

Si el cilindro se llena por encima del 80% de su capacidad y la temperatura aumenta, el gas puede escapar por la válvula de alivio.

En los incendios en los que están presentes contenedores con GLP, existe la posibilidad de una BLEVE, un incidente que puede resultar catastrófico para los bomberos. Si el incendio afecta el contenedor y aumenta la temperatura dentro de éste, la presión también aumentará; si no se reduce la presión del contenedor es posible que la presión dentro de este aumente superando la capacidad de la válvula de seguridad, ocasionando que se rompa y sus partes sean expulsadas a una distancia considerable.

Cuando se toma la decisión de apagar un incendio en un contenedor de GLP, es necesario aplicar grandes cantidades de agua en forma rápida y continua. Los bomberos deben concentrar el chorro de agua sobre el espacio de vapor del tanque y no se debe extinguir el incendio a menos de que estén seguros que pueden controlar la fuga de gas.

### 9.3. Diferencias de los gases metano y propano

CARACTERISTICAS	GAS NATURAL	GLP
Poder calorífico	8278 KCAL/m <sup>3</sup>	16109 Kcal/m <sup>3</sup>
Densidad Relativa	0.67	1.7
L.I.E	5%	2%
L.S.E	15%	9%
Odorizante	Tetrahydrothiofeno	Mercaptanos

Tabla 3. Diferencias entre los gases metano y butano.





**BUTANO**



**PROPANO**





## 10. Gases y sus propiedades

### 10.1. Acetileno

Es un gas altamente inflamable, un poco más ligero que el aire e incoloro. Produce una llama de hasta  $3.000^{\circ}\text{C}$ , la mayor temperatura por combustión hasta ahora conocida. El acetileno es un gas explosivo si su contenido en aire está comprendido entre 2 y 82%. también explota si se comprime solo, sin disolver en otra sustancia, por lo que para almacenar se disuelve en acetona, un disolvente líquido que lo estabiliza.

#### ► Propiedades químicas

El acetileno se compone de carbono e hidrógeno, con un triple enlace químico que es la causa de su reactividad. En estado líquido, sólido, o gaseoso a presiones altas o moderadas, el acetileno se descompone rápidamente, formando carbono e hidrógeno y produciendo calor que puede iniciar la descomposición. La descomposición del acetileno líquido o sólido también puede iniciarse por impacto mecánico. En un espacio cerrado, los gases calientes resultantes de la descomposición pueden provocar un exceso de presión y la rotura del recipiente o tubería donde se encuentre.





### ► Propiedades físicas

El acetileno se considera como un gas comprimido, el recipiente para su transporte y almacenamiento no contiene exclusivamente acetileno en fase gaseosa. Para asegurar su estabilidad en condiciones térmicas y de impacto razonablemente previsibles, los cilindros de acetileno están rellenos de una masa porosa formada de celdas o alvéolos muy pequeños, de modo que el volumen de gas contenido en cada una de ellas sea muy pequeño. Así se limita la energía disponible de descomposición. Además la masa está saturada de acetona, un líquido inflamable en el que el acetileno puede comprimirse en disolución de modo similar al dióxido de carbono con el agua, para producir agua carbónica.



<http://www.fotosimagenes.org/acetileno>

## 10.2. Amoniaco

El amoníaco, a temperatura ambiente, es un gas incoloro, de olor muy penetrante y nauseabundo. Se produce naturalmente por descomposición de la materia orgánica y también se fabrica industrialmente. Se disuelve fácilmente en el agua y se evapora rápidamente. Generalmente se vende en forma líquida. La cantidad de amoníaco producido industrialmente cada año es casi igual a la producida por la naturaleza. El amoníaco es producido naturalmente en el suelo por bacterias, por plantas y animales en descomposición y por desechos animales. El amoníaco es esencial para muchos procesos biológicos. La mayor parte (más del 80%) del amoníaco producido en plantas químicas es usado para fabricar abonos y para su aplicación directa como abono. El resto es usado en textiles, plásticos, explosivos, en la producción de pulpa y papel, alimentos y bebidas, productos de limpieza domésticos, refrigerantes y otros productos. También se usa en sales aromáticas.





### ► Propiedades químicas

El amoníaco anhidro se compone de nitrógeno e hidrógeno. Aunque se suele llamar simplemente amoníaco, este término se emplea más generalmente para referirse a una disolución de amoníaco anhidro en agua. El nitrógeno es inerte (incombustible) por sí mismo y por ello responsable de la relativamente limitada inflamabilidad, característica que se manifiesta en este producto por su elevado límite inferior de inflamabilidad y su bajo calor de combustión.

Aunque es un gas relativamente poco tóxico, el olor característico y las propiedades irritantes son útiles como advertencia de su presencia; sin embargo, la eficacia de esta forma de alarma depende de la velocidad de escape, puesto que algunas veces se han formado rápidamente nubes de amoníaco a partir de fugas importantes en las que algunas personas han quedado atrapadas y muerto antes de que pudiera evacuar la zona.

### ► Propiedades físicas

En su punto de ebullición normal (  $-33^{\circ}\text{C}$  ) tiene una densidad de líquido de 42,6 lb/ pie<sup>3</sup> ( 682,4 kg/m<sup>3</sup>), la vaporización de 1 pie<sup>3</sup> de líquido produce aproximadamente 885 pie<sup>3</sup> de gas.

## 10.3. Cloro

Elemento químico, símbolo Cl, de número atómico 17 y peso atómico 35.453. El cloro existe como un gas amarillo-verdoso a temperaturas y presiones ordinarias. Es el segundo en reactividad entre los halógenos, sólo después del flúor, y de aquí que se encuentre libre en la naturaleza sólo a las temperaturas elevadas de los gases





volcánicos. Se estima que 0.045% de la corteza terrestre es cloro. Se combina con metales, no metales y materiales orgánicos para formar cientos de compuestos.

### ► **Propiedades químicas**

El cloro es un elemento química básico. Aunque no es inflamable, puede reaccionar con muchas materias orgánicas de forma corrosiva y en algunos casos explosiva, especialmente con acetileno, éter, amoniaco gaseoso, hidrocarburos y metales finamente pulverizados. El cloro posee suficiente toxicidad como para ser considerado venenoso y se ha empleado como arma de guerra de gas letal. El cloro líquido causa quemaduras. Su fuerte olor advierte su presencia.

### ► **Propiedades físicas**

El punto de ebullición normal del cloro es aproximadamente  $-34\text{ }^{\circ}\text{C}$ . A  $0^{\circ}\text{C}$  la densidad del líquido es  $91.7\text{ lb/pe}^3$ . El cloro tiene un color amarillo verdoso.







## **Bibliografía**

- Norma 30 de la NFPA. 2006
- Norma 29 CFR Sección 1910.106 Sub-parte H.
- Manual de Protección Contra Incendios NFPA. 2001
- Manual IFSTA para Bomberos cuarta edición. 2002





[Honor, Valor, Disciplina]

# U.A.E. CUERPO OFICIAL **BOMBEROS** BOGOTÁ D.C.

Código: MAN-GTH-2

Versión: 1

Fecha: Agosto de 2014