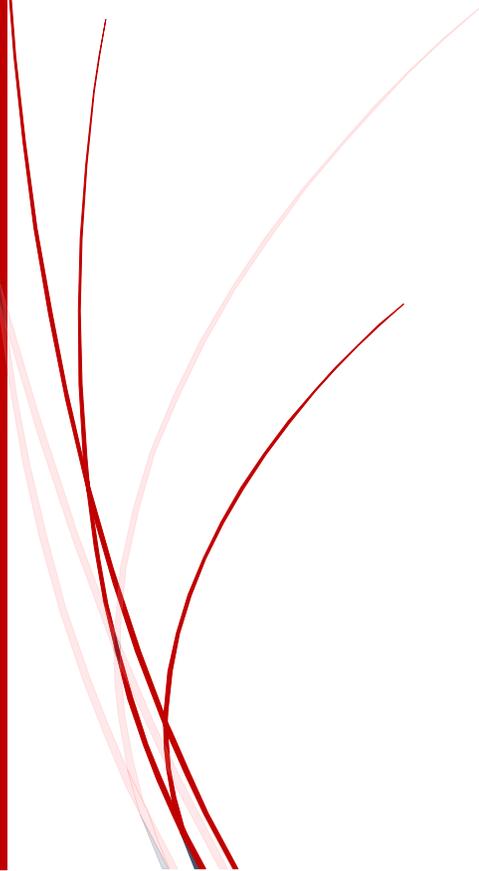


2020

Módulo VII. Manejo de gases especiales



Elaborado por:
Sandra Milena Bonilla Castañeda
Kiara Jaidine Gutiérrez Quiceno
Francy Julieth Osorio Vélez
María Victoria Sánchez Escobar

Escuela de Tecnología Química
Universidad Tecnológica de Pereira

Tabla de contenido

Introducción	5
1. ¿Qué son los gases?	5
1.1 Definiciones empleadas para denominar las diferentes familias de gases	5
Gas inflamable.....	5
Gas comburente u oxidante	5
Gas tóxico.....	6
Gases corrosivos.....	6
Gases inertes.....	6
Gases comprimidos, licuados y criogénicos	6
2. Gases utilizados en la Escuela de Química	7
2.1 Acetileno (C ₂ H ₂)	7
2.2 Aire comprimido	8
2.3 Argón (Ar).....	9
2.4 Dióxido de carbono (CO ₂).....	9
2.5 Helio (He)	12
2.6 Hidrógeno (H ₂).....	13
2.7 Nitrógeno (N ₂).....	14
2.8 Óxido nitroso (N ₂ O).....	15
2.9 Oxígeno (O ₂)	16
3. Gases especiales	17
3.1 Metano (CH ₄).....	17
3.2 Etileno (C ₂ H ₄)	18
3.3 Monóxido de carbono (CO).....	18
3.4 Dióxido de azufre (SO ₂)	18
3.5 Amoníaco (NH ₃).....	18
3.6 Gases refrigerantes (R-12: (CFC 12) ClF ₂ , R-22: (HCFC 22)C ClF ₂ , R-134a: (HFC134a)C ₂ F ₄).....	19
4. Gases de alta pureza	19
5. Mezclas de gases	20
6. Gas licuado de petróleo (GLP)	22
7. Identificación de cilindros	23
7.1 Inspección de cilindros.....	25
7.2 Almacenamiento y manejo de cilindros	26

7.3 Válvulas y reguladores.....	30
8. Instrucciones de seguridad de los gases comprimidos	31
9. Propiedades de los gases.....	34
10. Factores de riesgo en el manejo de gases.....	35
11. Detección de fugas.....	36
12. Manejo de gases de alta presión	36
13. Inflamabilidad.....	37
14. Precauciones en el manejo de gases inflamables	39
15. Estado de conservación de los cilindros	41
16. Factores de riesgo en gases criogénicos	41
17. Gases con propiedades especiales	43
18. Medidas de incendio	44
19. Medidas en caso de fugas.....	44
20. Medidas específicas de primeros auxilios para los gases utilizados en laboratorios.....	46
20.1 Acetileno (C ₂ H ₂)	46
20.2 Argón (Ar)	48
20.3 Dióxido de carbono (CO ₂).....	49
20.4 Helio (He)	50
20.5 Hidrógeno (H ₂).....	51
20.6 Nitrógeno (N ₂).....	52
20.7 Óxido nitroso (N ₂ O).....	53
20.8 Oxígeno (O ₂)	54
20.9 Metano (CH ₄).....	55
20.10 Etileno (C ₂ H ₄)	56
20.11 Monóxido de carbono (CO).....	57
20.12 Dióxido de azufre (SO ₂)	58
20.13 Amoníaco (NH ₃)	60
20.14 Gas licuado de petróleo	61
21. Medidas generales de primeros auxilios en accidentes con gases	65
Bibliografía	66

Listado de tablas

Tabla 1. Análisis típico del aire seco	8
---	----------

Listado de figuras

Figura 1. Ejemplo de identificación de cilindros.....	24
Figura 2. Cilindros de acetileno.....	25
Figura 3. Diagrama de prueba hidrostática.....	26
Figura 4. Distancia de seguridad para la ubicación de un cilindro	28
Figura 5. Diagrama de las válvulas utilizadas en los cilindros de gases	30
Figura 6. Estructura de un regulador	31
Figura 7. Etiqueta de identificación de gas	34
Figura 8. Forma correcta de detectar una fuga de gas	36
Figura 9. Límites inferiores y superiores de inflamabilidad de los gases	39

MÓDULO VII. MANEJO DE GASES ESPECIALES

INTRODUCCIÓN

Los gases están presentes en muchas de las actividades realizadas por el ser humano, abarcando campos tan dispares como la investigación, gases de alta pureza; medicina, oxígeno medicinal; industria, soldadura y corte oxiacetilénico; alimentación, maduración acelerada de frutas con nitroetil; sin olvidar el ámbito doméstico, butano y el del ocio, aire comprimido para inmersión y balonal para aéreo-estación.

En el caso particular del laboratorio, bien sea de investigación, de control de procesos o de medida de contaminación, el empleo de diferentes tipos de gases y la creación de atmósferas experimentales entran dentro de las ocupaciones habituales.

Por otra parte, la utilización de dichos gases se realiza en numerosas ocasiones a través de cilindros, lo que permite disponer de ellos en los mismos puntos de consumo, si bien a su vez, genera determinados riesgos [1].

1. ¿QUÉ SON LOS GASES?

En relación con las condiciones de temperatura y presión relativamente estables existentes en la superficie de nuestro planeta, se designa como «gas», a todo elemento o compuesto que exista habitualmente en este estado (estado gaseoso), diferente a los estados sólido y líquido, en las cercanías de las condiciones normales de temperatura y presión (15°C, 1 atm). Se usa el concepto de «vapor» para la fase gaseosa de cualquier elemento o compuesto que, en las mismas condiciones, es normalmente líquido o sólido.

Once elementos tienen esta condición de gases, así como un número aparentemente ilimitado de compuestos y mezclas, como el aire. Estos once elementos son: oxígeno, nitrógeno, hidrógeno, cloro, flúor, helio, neón, argón, Kriptón, xenón y radón.

1.1 Definiciones empleadas para denominar las diferentes familias de gases:

➤ Gas inflamable:

Es cualquier gas o mezcla de gases cuyo límite de inflamabilidad inferior en aire sea menor o igual al 13 por 100, o que tenga un campo de inflamabilidad (límite superior menos límite inferior) mayor de 12 por 100. Estos arden en presencia del aire o de un oxidante, y cuando se mezclan en cierta proporción con éstos dan lugar a atmósferas explosivas. Cada gas tiene unos límites de inflamabilidad, superior e inferior respectivamente, y entre los mismos se encuentran las concentraciones de mezcla capaces de propagar una llama.

➤ Gas comburente u oxidante:

Es aquel capaz de soportar la combustión con un oxi potencial superior al del aire. Estos gases activan las combustiones. No arden, pero son imprescindibles para mantener la combustión.

- **Gas tóxico:**
Aquellos que por inhalación, ingestión o penetración cutánea en pequeñas cantidades pueden provocar efectos agudos o crónicos e incluso la muerte.
- **Gases corrosivos:**
Los que en contacto con tejidos vivos pueden ejercer una acción destructiva de los mismos.
- **Gases inertes:**
Estos gases no mantienen la combustión y no son tóxicos. Por el contrario, presentan riesgo de anoxia por reducción del contenido en oxígeno del aire.

➤ **Gases comprimidos, licuados y criogénicos:**

En general, todas las sustancias pueden estar en cualquiera de los tres estados más comunes de la materia (sólido, líquido o gas), dependiendo de las condiciones de temperatura y presión a que estén sometidas. El caso más familiar es el del agua, que a presión atmosférica está en estado sólido bajo 0°C, líquido entre 0 y 100°C y gas (vapor) sobre 100°C.

Hemos definido como gases a aquellos elementos y compuestos que a presión y temperatura ambiente permanecen en estado gaseoso. La baja densidad característica de los gases hace que una pequeña cantidad de gas ocupe un gran volumen (1 kg de oxígeno (O₂) ocupa un volumen de 0,739 m³ o sea 739 litros, medidos a 15°C y 1 atm) por lo cual se hace indispensable someterlos a altas presiones y/o bajas temperaturas, para reducir su volumen para efectos de transporte y almacenamiento.

Para conseguir altas presiones se utilizan cilindros de acero que trabajan con hasta 300 bar (4.350 psi) de presión. Dentro de los gases que se almacenan en cilindros de media y alta presión podemos hacer la siguiente división:

✓ **Gases comprimidos:**

Son aquéllos que tienen puntos de ebullición muy bajos, menor que -100°C, por lo que permanecen en estado gaseoso sin licuarse, aun a altas presiones, a menos que se sometan a muy bajas temperaturas.

A este grupo pertenecen: el oxígeno (O₂), nitrógeno (N₂), argón (Ar), helio (He), hidrógeno (H₂) entre otros.

✓ **Gases comprimidos y licuados:**

Son aquellos que tienen puntos de ebullición relativamente cerca de la temperatura ambiente y que al someterlos a presión en un recipiente cerrado se licúan, por ejemplo, el dióxido de carbono (CO₂) y el óxido nitroso (N₂O).

✓ **Gases criogénicos:**

La alternativa de la alta presión para reducir el volumen que ocupa un gas es la licuación. Aquellos gases que no se licuan aplicando altas presiones, pueden ser licuados utilizando temperaturas criogénicas.

Los casos más comunes en que se utiliza esta alternativa son: el oxígeno líquido (LOX), el nitrógeno líquido (LIN), y el argón líquido (LAR).

Criogenia es la ciencia que estudia los procesos que ocurren a temperaturas inferiores a los -100°C . Esta definición incluye a todos los gases con punto de ebullición bajo la temperatura anteriormente indicada, tales como: el oxígeno, nitrógeno y argón, con puntos de ebullición de -183°C , -196°C , -186°C respectivamente, los cuales son los fluidos criogénicos de mayor volumen e importancia. También se puede mencionar el hidrógeno y el helio, que poseen puntos de ebullición muy cercanos al cero absoluto, lo cual los hace gases líquidos muy especiales.

2. GASES UTILIZADOS EN LA ESCUELA DE QUÍMICA

2.1 Acetileno C_2H_2

El acetileno es un gas compuesto por carbono e hidrógeno (12/1 aprox. en peso). En condiciones normales (15°C , 1 atm) es un gas un poco más liviano que el aire, incoloro. El acetileno 100% puro es inodoro, pero el gas de uso comercial tiene un olor característico, semejante al del ajo. No es un gas tóxico ni corrosivo. Es muy inflamable. Arde en el aire con llama luminosa, humeante y de alta temperatura. Los límites inferior y superior de inflamabilidad son 2,8 y 93% en volumen de acetileno en aire respectivamente.

El acetileno puro sometido a presión es inestable, se descompone con inflamación dentro de un amplio rango de presión y temperatura. Por esto, en el cilindro se entrega diluido en un solvente, que generalmente es acetona, impregnado en un material poroso contenido en el cilindro, que almacena el acetileno en miles de pequeñas cavidades independientes. En esta forma, el acetileno no es explosivo.

✓ **Uso industrial:**

Como agente calorífico es un combustible de alto rendimiento, utilizado profusamente en las aplicaciones oxigas. Las temperaturas alcanzadas varían según relación acetileno-oxígeno, pudiendo llegar a más de 3.000°C , con oxígeno puro.

En la industria química, por su gran reactividad, es utilizado en síntesis de muchos productos orgánicos.

✓ **Principales precauciones de manejo y almacenamiento:**

- Por su amplio rango de inflamabilidad, el acetileno es un gas que debe ser tratado con especial cuidado. Por esta razón, en las etapas de producción, transporte y manipulación, debe evitarse que el gas se encuentre en forma

libre, a una presión manométrica superior a 1 bar (14,5 psi). La presión de trabajo máxima recomendada por las normas internacionales de seguridad es 1 bar.

- Los cilindros de acetileno deben siempre ser transportados en posición vertical, con su tapa de protección y almacenados en la misma forma para evitar que al abrirse la válvula pueda derramarse acetona.
- Utilizar el cilindro, sólo hasta que la presión interna indique 2 bares (29 psi)) para así evitar la contaminación del cilindro.
- Operar las válvulas con suavidad para evitar calentamientos localizados.
- Los lugares en que se trabaja con acetileno deben ser ventilados adecuadamente.
- Los cilindros deben almacenarse a prudente distancia de los cilindros de oxígeno (6 m). Es altamente recomendable un muro contrafuego RF 120 (resistencia al fuego 120 minutos) entre los lugares de almacenamiento de ambos gases.
- Si un cilindro se calienta internamente (detectable por descascaramiento de la pintura), habrá que evacuar el área y mojar con agua hasta que se enfríe (el agua deja de vaporizarse), esperar dos horas y volver a moja

✓ **Materiales:**

El acetileno no es corrosivo, de manera que es compatible con los metales de uso común, excepto cobre, plata y mercurio, los que forman acetiluros que son susceptibles de descomponerse en forma violenta. Se debe evitar el uso de bronces que contengan más de 66% de cobre, las soldaduras que contengan cobre o plata, y los manómetros de mercurio.

2.2 Aire comprimido

El aire que conforma la atmósfera terrestre es una mezcla de gases transparentes que no tienen olor ni sabor. La composición de la mezcla es relativamente constante. El aire no es inflamable ni corrosivo.

El aire líquido es transparente con un leve matiz azulado y con un tinte lechoso cuando contiene CO₂. Un análisis típico de aire seco, a nivel del mar, entrega los siguientes valores

Tabla 1. Análisis típico de aire seco.

Componente	% en vol.
Nitrógeno	78,09
Oxígeno	20,94
Argón	0,93
Dióxido de carbono	0,033
Neón	0,001818
Helio	0,0005239

Kriptón	0,0001139
Hidrógeno	0,00005
Xenón	0,0000086
Radón	$6 \times 10^{(-18)}$

En general las propiedades químicas del aire (oxidantes, comburentes) corresponden a las del oxígeno, su componente más activo.

✓ **Uso médico:**

El aire comprimido se utiliza en conjunto con tratamientos de alta humedad que usan atomizadores, en tratamientos pediátricos, y en general en todo tipo de terapias respiratorias en que esté contraindicado el aumento en el contenido de oxígeno atmosférico.

✓ **Uso industrial:**

En este campo, el aire comprimido es utilizado fundamentalmente como:

- Fuente de presión para equipos neumáticos.
- Reserva respiratoria para bomberos y personal industrial.
- Con especificaciones especiales de pureza, en los campos de energía atómica, aeroespacial y exploración submarina.

✓ **Principales precauciones en manejo y almacenamiento:**

- Nunca utilizar aire a alta presión sin saber manejar correctamente cilindros, válvulas, reguladores y otros equipos relacionados.
- El aire es comburente, luego las mezclas con gases combustibles son inflamables o explosivas.

✓ **Materiales:**

El aire seco no es corrosivo y puede ser empleado con todos los metales comúnmente usados. Si hay humedad presente, ésta hidrata los óxidos metálicos, aumentando su volumen y haciéndoles perder su capacidad protectora (ej.: óxido de hierro).

La condensación de trazas de humedad en las paredes frías crea condiciones de conductividad en la superficie del metal, favoreciendo el inicio de corrosión galvánica. Los metales oxidables deben protegerse entonces con una película de algún material protector si se trabaja con aire húmedo.

2.3 Argón (Ar)

El argón es el más abundante de los gases raros del aire (0,9% en vol.). Es incoloro, inodoro y sin sabor. Es un gas no tóxico, no inflamable, un 30% más pesado que el aire. Es extremadamente inerte, caracterizado por una perfecta estabilidad física y química, a cualquier temperatura y presión. Excelente conductor de electricidad. A presión atmosférica y temperatura inferior a -186°C es un líquido incoloro, más pesado que el agua.

✓ **Uso industrial:**

Siendo su inercia, aun a elevadas temperaturas, su característica más apreciada, el argón se utiliza principalmente en:

- Soldadura en atmósfera de gas neutro (procesos MIG, TIG, plasma).
- Metalurgia y siderurgia, para tratamientos térmicos en atmósfera protectora, desgasificación y desulfuración, etc.
- En electricidad y electrónica, para relleno de ampollitas, tubos fluorescentes, tubos de radio, etc., en los que previene la oxidación de los filamentos incandescentes.

✓ **Principales precauciones en manejo y almacenamiento:**

- Nunca utilizar argón bajo alta presión sin saber manejar correctamente cilindros, válvulas, reguladores, etc.
- Con argón líquido, observar las precauciones habituales para fluidos criogénicos, debido a sus bajas temperaturas.

✓ **Materiales:**

El argón no es corrosivo y puede ser utilizado con todos los metales de uso común a temperaturas normales.

Con argón líquido (LAR), se pueden utilizar los siguientes metales:

- Aceros al níquel (9% Ni)
- Aceros inoxidable
- Cobre
- Latón
- Bronce al silicio

2.4 Dióxido de carbono (CO₂)

El dióxido de carbono, en condiciones normales, es un gas incoloro e inodoro, con sabor ligeramente picante, existente en la atmósfera en baja concentración, entre 0,03 y 0,06% en volumen.

Su punto triple (donde coexisten los estados sólidos, líquido y gas) se produce a -56,57°C y 5,185 bar (75,2 psia). Bajo esa presión el CO₂ sublima, es decir pasa directamente de sólido a gas sin pasar por la fase líquida, que es lo que sucede a presión normal (1 atm) y a -78,5°C. El dióxido de carbono sólido es comúnmente conocido como «hielo seco».

A presiones mayores de 5,185 bar y temperaturas menores de 31,06°C (punto crítico), el dióxido de carbono se presenta en forma líquida y gaseosa simultáneamente, fases que coexisten en equilibrio en un contenedor cerrado.

✓ **Uso industrial:**

El CO₂ se utiliza profusamente en la creación de atmósferas protectoras para soldaduras al arco y MIG. En las fundiciones se utiliza como agente endurecedor de moldes de arena.

En la industria de alimentos tiene importantes aplicaciones:

- Carbonatación de bebidas, aguas minerales, etc.
- Protección de vinos, cervezas y jugos de frutas contra la oxidación por contacto con aire.
- Anestésico antes de la matanza de animales.
- En congelación.

También se usa CO₂ en extinguidores de incendio

✓ **Principales precauciones en manejo y almacenamiento:**

- Nunca manejar dióxido de carbono a alta presión sin saber manipular correctamente los cilindros, válvulas, reguladores, etc.
- No debe permitirse que los cilindros de CO₂ alcancen una temperatura mayor de 55°C en el lugar de almacenamiento. No dejar al sol.
- Debe usarse un regulador especial que puede ser del tipo calefaccionado eléctricamente, para evitar la solidificación del CO₂ al expandirse el gas cuando el consumo es alto.
- El CO₂ es más pesado que el aire, (53%) por lo que puede acumularse en áreas bajas o cerradas. Deben observarse precauciones de ventilación adecuada en lugares en que se use o almacene, puesto que desplaza el aire y actúa sobre los centros respiratorios.
- En los cilindros equipados con sifón el CO₂ sale líquido. Con excepción de los extintores de incendio, estos cilindros deben identificarse con la palabra "SIFÓN", y con ellos no se debe usar regulador de presión.

✓ **Materiales:**

El dióxido de carbono forma ácido carbónico en presencia de humedad. Por este motivo las instalaciones que van a usarse con CO₂ deben someterse al siguiente procedimiento de secado:

- Calentamiento a 120°C por lo menos 30 minutos.
- Aplicación de vacío (P<10-2 mm Hg.). El vacío es preferible al barrido con gas seco.

El CO₂ seco es compatible con todos los metales y aleaciones de uso común.

El CO₂ húmedo es corrosivo y debe usarse con acero inoxidable tipo 316, 309 ó 310, Hastelloy® A, B o C, o Monel®.

✓ **Ventajas:**

- Gas libre de contaminación física, química y microbiológica.
- Gas de alta pureza.
- Producto con estándares de calidad internacional.

2.5 Helio (He)

El helio en condiciones normales es un gas sin color, olor ni sabor. Está presente en la atmósfera en muy baja concentración (5 ppm.). Es un gas aproximadamente 7 veces más liviano que el aire. Es químicamente inerte, no inflamable y es el menos soluble en líquidos de todos los gases.

El helio se licua a temperaturas extremadamente bajas (-268,9°C) y para solidificarlo debe ser enfriado a una temperatura cercana al cero absoluto (-271,4°C), punto en que además se le debe aplicar una presión de 30 bar, siendo la única sustancia que permanece fluida a tan bajas temperaturas, por lo que es de gran importancia en investigación científica.

✓ **Uso médico:**

- Se usa helio, asociado con oxígeno o aire, para crear atmósferas respirables en inmersión submarina, y en ciertas enfermedades de vías respiratorias.
- En fase líquida se suministra en Dewars (termos) para ser usado en equipos de resonancia magnética.

✓ **Uso industrial:**

- Se utiliza como atmósfera inerte de protección en soldadura (MIG, TIG, plasma), tratamientos térmicos y en producción de metales (titanio, zirconio). Por su baja densidad y no inflamabilidad, es usado para inflar globos publicitarios, de meteorología, de diversión y otros.
- Por su capacidad de mantenerse fluido a bajas temperaturas, y su elevada conductividad térmica, es utilizado en criogenia, en aplicaciones especiales de refrigeración y en enfriamiento de equipos industriales.
- Se utiliza también en detección de fugas.

✓ **Principales precauciones en manejo y almacenamiento:**

- Nunca utilizar helio a alta presión sin conocer el uso correcto de cilindros, válvulas, reguladores, etc.
- El helio no es tóxico, por lo que sólo representa peligro por desplazamiento del aire.

✓ **Materiales:**

Por su inercia química, cualquier material puede ser usado con helio, si satisface las condiciones de presión y temperatura requeridas.

2.6 Hidrógeno (H₂)

El hidrógeno es el gas más liviano conocido (14 veces más liviano que el aire). A presión y temperatura normales, es un gas incoloro, inodoro e insípido. Está presente en el aire atmosférico en trazas (0,005% en vol.). Es un gas muy inflamable, arde en el aire con una llama casi invisible de matiz azul pálido. Cuando es enfriado a su punto de ebullición de -252,8°C, el hidrógeno se vuelve un líquido transparente 14 veces más liviano que el agua.

Por sus propiedades químicas, el hidrógeno es un agente reductor muy potente, que tiene gran afinidad para el oxígeno y todos los oxidantes.

✓ **Uso industrial:**

- El hidrógeno es utilizado, por sus propiedades reductoras, en combustión, y como componente de atmósferas reductoras en la industria metalúrgica, industrial química y en la industria alimenticia.

✓ **Principales precauciones en manejo y almacenamiento:**

- El hidrógeno es un gas inflamable. Nunca usar hidrógeno bajo presión sin saber manejar correctamente cilindros, válvulas, reguladores, etc.
- El hidrógeno debe ser tratado con el mismo cuidado que todos los gases inflamables, evitando el calentamiento de los cilindros o la cercanía a fuentes de ignición.
- Las válvulas de los cilindros deben abrirse lentamente. Lo mismo debe hacerse al manipular el regulador. No abrir la válvula sin regulador.
- No almacenar hidrógeno al sol directo. No almacenar cilindros de hidrógeno junto a cilindros de oxígeno, ya que la mezcla de ambos gases es explosiva.

NOTA: Los cilindros que han sido cargados con hidrógeno no deben ser utilizados con otro gas, y de ninguna manera con oxígeno, óxido nitroso o aire

✓ **Materiales:**

El hidrógeno no es corrosivo y puede ser usado por lo tanto con todos los metales comunes no reactivos, a temperatura ambiente y a bajas presiones. Sin embargo, a altas presiones y temperaturas (sobre 230°C) el hidrógeno convierte en frágiles algunos aceros que normalmente son dúctiles, por lo que en estos casos se recomienda:

- Escoger aceros con elevada resistencia al impacto.
- Trabajar con tensiones a un 80% del límite elástico.
- Evitar diseños que impliquen zonas de concentración de tensiones.

- Desechar contenedores que muestren grietas en la superficie interior.
- El aluminio y sus aleaciones funcionan bien con el H₂. También el cobre y sus aleaciones son apropiados a temperaturas menores de 400°C.

2.7 Nitrógeno

El nitrógeno es el mayor componente de nuestra atmósfera (78,03% en volumen, 75,5% en peso). Es un gas incoloro, inodoro y sin sabor, no tóxico y casi totalmente inerte. A presión atmosférica y temperatura inferior a -196°C, es un líquido incoloro, un poco más liviano que el agua.

Es un gas no inflamable y sin propiedades comburentes. Se combina sólo con algunos de los metales más activos, como litio y magnesio, formando nitruros, y a temperaturas muy altas puede combinarse con hidrógeno, oxígeno y otros elementos. Por su escasa actividad química, es usado como protección inerte contra contaminación atmosférica en muchas aplicaciones en que no se presentan altas temperaturas.

✓ **Uso industrial:**

Por su gran inercia química con respecto a la mayoría de los elementos, y la simpleza y seguridad de operación que lo caracterizan, el nitrógeno tiene valiosas aplicaciones en diversos campos industriales.

- Como atmósfera inerte protectora o aislante.
- Como gas inerte para remoción de gases disueltos en líquidos (desgasificación) y para agitación de líquidos.
- Como agente de limpieza y secado, en química y petroquímica.
- En forma líquida, es utilizado para enfriamiento y congelación criogénica.

✓ **Uso médico:**

El nitrógeno es usado en medicina principalmente en estado líquido, en donde se aprovecha su baja temperatura e inercia química para congelación, preservación y control de cultivos, tejidos, etc. Es empleado también en cirugía (equipos de criocirugía).

✓ **Principales precauciones en manejo y almacenamiento:**

- Nunca utilizar nitrógeno bajo presión sin saber manejar correctamente cilindros o reguladores.
- El principal peligro del nitrógeno es el de causar asfixia por desplazamiento del oxígeno del aire en espacios confinados.
- En el caso de nitrógeno líquido, LIN, deben observarse todas las precauciones referentes a fluidos criogénicos.

✓ **Materiales**

El nitrógeno no es corrosivo y puede ser usado satisfactoriamente con todos los metales comunes a temperaturas normales. A temperaturas criogénicas se pueden utilizar los siguientes materiales:

- Acero al níquel (9% Ni).
- Aceros inoxidable.
- Cobre.
- Latón.
- Bronce al silicio.

✓ **Ventajas:**

- Gas libre de contaminación física, química y microbiológica.
- Gas de alta pureza.

2.8 Óxido nitroso (N₂O)

En condiciones normales de presión y temperatura, es un gas incoloro prácticamente inodoro y sin sabor. No es tóxico ni inflamable y es aproximadamente 1,5 veces más pesado que el aire.

Bajo condiciones normales es estable y generalmente inerte, pero mantiene la combustión de manera semejante al oxígeno, aunque es un comburente más suave.

Es relativamente soluble en agua, alcohol, aceites y en varios otros productos alimenticios. Tiene la particularidad de que al disolverse en el agua no le cambia la acidez, como ocurre con el CO₂.

✓ **Uso médico:**

El uso principal del óxido nitroso, mezclado con oxígeno, es como analgésico inhalable en medicina y odontología.

✓ **Uso industrial:**

- Por su inercia química y naturaleza no tóxica, es usado en el envasado a presión de productos alimenticios, y como propelente en aerosoles.
- Se usa también como agente de detección de fugas en recintos bajo vacío o presurizados, en laboratorio (espectrometría), como agente de reacción en la fabricación de varios compuestos orgánicos e inorgánicos y como refrigerante en forma gaseosa o líquida, utiliza sifón para congelación por inmersión de productos alimenticios.

✓ **Principales precauciones en manejo y almacenamiento:**

- Nunca utilizar óxido nitroso a alta presión sin saber manejar correctamente cilindros, válvulas, reguladores, etc.
- Recordar que el N₂O (óxido nitroso) es más pesado que el aire, por lo que eventuales escapes pueden producir acumulación de gas en espacios

cerrados o depresiones, subterráneos, etc., con peligro potencial de asfixia por desplazamiento de aire.

- Por sus características oxidantes (comburentes), no permitir que aceite, grasa u otras sustancias inflamables entren en contacto con cilindros u otros equipos que contengan N_2O (óxido nitroso) cuando la presión es superior a 15 bar (218 psi), o la temperatura es elevada.
- Almacenar el N_2O (óxido nitroso) en un lugar resguardado, nunca junto con cilindros que contengan gases inflamables.
- No almacenar cilindros de N_2O (óxido nitroso) para uso médico dentro del pabellón de operaciones.

✓ **Materiales:**

El óxido nitroso no es corrosivo. A temperatura ambiente es perfectamente compatible con todos los metales de uso común. Conviene recordar que la temperatura de oxidación del cobre es de $150^{\circ}C$ y la del acero es $170^{\circ}C$.

Hasta $22^{\circ}C$ se puede usar el PVC (cloruro de polivinilo), el ABS (acrilonitrilo butadieno estireno), el polipropileno con precaución. A $60^{\circ}C$ el PVC y el ABS son todavía buenos. También el Teflón® es utilizable.

2.9 Oxígeno (O_2)

El oxígeno, gas que hace posible la vida y es indispensable para la combustión, constituye más de un quinto de la atmósfera (21% en volumen, 23% en peso). Este gas es inodoro, incoloro y no tiene sabor. A presión atmosférica y temperaturas inferiores a $-183^{\circ}C$, es un líquido ligeramente azulado, un poco más pesado que el agua. Todos los elementos (salvo gases inertes) se combinan directamente con él, usualmente para formar óxidos, reacción que varía en intensidad con la temperatura.

✓ **Uso médico:**

- El oxígeno es utilizado ampliamente en medicina, en diversos casos de deficiencia respiratoria, resucitación, en anestesia, en creación de atmósferas artificiales, terapia hiperbárica, tratamiento de quemaduras respiratorias, etc.

✓ **Uso industrial:**

- El oxígeno gaseoso, por sus propiedades comburentes, es corrientemente usado en procesos de combustión para obtener mayores temperaturas.
- En mezclas con acetileno u otros gases combustibles, es utilizado en soldadura y corte oxigas.
- Por sus propiedades oxidantes, es utilizado en diversas aplicaciones en siderurgia, industria papelera, electrónica y química.

- El oxígeno líquido, LOX, es utilizado principalmente para explosivos y como comburente en propulsión espacial.
- ✓ **Principales precauciones en manejo y almacenamiento:**
- Nunca utilizar oxígeno a presión sin saber manipular correctamente cilindros, reguladores, etc.
 - Evitar toda combustión cercana a depósitos o vías de flujo de oxígeno.
 - Evitar la presencia de combustibles, especialmente aceites o grasas, en las cercanías de oxígeno (incluso en el suelo o en ropas).
- El contacto de la piel con oxígeno líquido (o depósitos no aislados) puede causar graves heridas por quemadura, debido a su baja temperatura. Debe usarse protección adecuada para manejo de líquidos criogénicos.

✓ **Materiales:**

A temperatura y presión normal el oxígeno no es corrosivo y puede ser usado satisfactoriamente con todos los metales comunes, sin embargo debe evitarse el uso de aluminio y sus aleaciones, o de aceros al carbono y de baja aleación, por la combustión exotérmica que puede producirse en presencia de oxígeno puro.

Los aceros al carbono no aleados se convierten en un material frágil a las temperaturas criogénicas del oxígeno líquido.

La humedad hidrata los óxidos metálicos, con lo cual se expanden y pierden su rol protector, por lo que deben eliminarse de cualquiera instalación que va a usarse con oxígeno.

3. GASES ESPECIALES

3.1 Metano (CH₄)

El metano es un gas en condiciones atmosféricas normales (15°C, 1 atm). Se suministra como gas comprimido, pero puede ser almacenado y transportado en estado líquido (-160°C).

Es inflamable y no tóxico.

El metano, siendo el mayor componente del gas natural, es ampliamente usado como combustible. También se utiliza como materia prima en la industria química para la síntesis de productos tales como:

Metanol, amoníaco, acetileno, negro de humo, sulfuro de carbono, ácido cianhídrico, cloruro de metilo, cloruro de metileno, tetracloruro de carbono y cloroformo.

3.2 Etileno (C₂H₄)

El etileno es un gas, en condiciones normales (15°C, 1 atm). Se obtiene por craqueo térmico del petróleo o gas natural y se suministra como gas comprimido. Puede ser almacenado y transportado en estado líquido (-100°C).

Es un gas inflamable, no tóxico, suavemente anestésico. Es la materia prima base para una serie de síntesis industriales: alcohol etílico, ácido acético, óxido de etileno, polietileno, estireno, cloruro de polivinilo, etilenglicol, éter, etc.

3.3 Monóxido de Carbono (CO)

El monóxido de carbono es un gas en condiciones atmosféricas normales (15°C, 1 atm). Se suministra como gas comprimido, es incoloro, inodoro, inflamable y altamente tóxico, aun en bajas concentraciones. Se fija en la hemoglobina de la sangre causando una disminución de la respiración celular que es muy dañina al sistema nervioso central.

Se utiliza en la industria química en la síntesis de varios compuestos: alcohol metílico, ácido acético, aldehídos, cetonas, ésteres, poliuretano, acrílicos, policarbonatos, poliamidas, poliéster, etc.

3.4 Dióxido de azufre (SO₂)

El dióxido de azufre es un gas en condiciones atmosféricas (15° C atm), pero está en fase líquida en el interior del cilindro debido a su presión de vapor superior a 1 atm.

Es un gas no inflamable pero altamente tóxico.

Sus principales usos son como desoxidante en la producción de jugos y vinos, como clorador en plantas de tratamiento de aguas servidas y como fungicida en el envasado de uva de mesa y fabricación de conservas.

Debido a su alta toxicidad debe tenerse especial cuidado en su almacenamiento y transporte.

3.5 Amoniaco (NH₃)

El amoníaco es un gas que en condiciones atmosféricas (1 atm y 15°C), pero está en estado líquido en el interior del cilindro debido a su presión de vapor superior a 1 atm. Es un gas no inflamable, pero muy tóxico, por ser un gas altamente higroscópico al ser inhalado absorbe la humedad de las vías respiratorias colapsándolas, pudiendo llegar a producir asfixia. El contacto con amoníaco líquido produce "quemaduras" por muy baja temperatura.

En instalaciones de amoníaco debe usarse sólo acero al carbono, ya que es muy corrosivo al aluminio, cobre, bronce y zinc.

Su principal uso es como gas refrigerante (R-717) en equipos de frío de gran tamaño (frigoríficos, túneles de congelación, packing de frutas), otros usos son en tratamientos térmicos de nitruración, lixiviación amoniacal en la minería, fabricación de explosivos, fabricación de fertilizantes.

Usos refrigeración:

- Tratamiento térmico aceros
- Producción de fertilizantes
- Agua amoniacal (industria química).

3.6 Gases refrigerantes (R-12: (CFC 12) ClF_2 , R-22: (HCFC 22) C_2ClF_4 , R-134a: (HFC134a) C_2F_4)

Los gases refrigerantes, que se utilizan fundamentalmente en refrigeración, son compuestos que tienen la estructura de un hidrocarburo, pero que incluyen átomos de flúor, cloro y/o bromo. Son relativamente inertes, incoloros, no inflamables, no explosivos, no corrosivos, estables y virtualmente no tóxicos, mucho más pesados que el aire (3 a 4,2 veces). Existe una convención entre los fabricantes de anteponer una letra «R» cuando se utilizan en refrigeración y una letra «P» cuando se utilizan como propelentes.

- El R-12 se usa principalmente en unidades de refrigeración y acondicionamiento de aire. Puede ser usado también como propelente en aerosoles, como polímero intermedio en la industria química, como solvente, líquido limpiador o fluido eléctrico. Su uso se eliminará en el año 2010 debido a sus efectos dañinos a la capa de ozono. En EE.UU. y Europa ya está prohibido.
- El R-22 se usa en unidades de refrigeración de mayor tamaño, como vitrinas refrigeradas de supermercados, cámaras frigoríficas y aire acondicionado en grandes edificios. Su uso está autorizado hasta el año 2020.
- El R-134a es el gas refrigerante “Ecológico” que reemplaza al R-12. No produce daños a la capa de ozono. Se usa principalmente en aire acondicionado de vehículos (autos, buses, camiones) y en refrigeradores domésticos.
- Existen otros gases refrigerantes como R-404, R 507, R 401A. Su uso está definido por los fabricantes de equipos de frío según la temperatura que deben alcanzar.

4. GASES DE ALTA PUREZA

Son utilizados principalmente en:

- **Cromatografía de gases:**
Gases portadores (Carrier): Argón-nitrógeno-helio; purezas 4,8 (99,998%) hasta 6,0 (99,9999%).
- **Ionización de llama:**
Hidrógeno extra puro-óxido nitroso-aire extra puro.

- **Fluorescencia Rayos X:**
Metano pureza hasta 4,0 (99,99%) y mezclas argón-metano utilizadas en cromatografía como gas portador para captura electrónica.
- **Contador nuclear:**
Mezclas metano en argón P-5 y P-10.

5. MEZCLAS DE GASES

Normalmente las propiedades de las mezclas de gases están en relación directa con las propiedades de los gases componentes, según las concentraciones relativas de cada uno de ellos. De manera que las posibilidades de una mezcla de ser inerte, inflamable, oxidante, corrosiva, con o sin olor, etc., dependen de cómo se presentan estas propiedades en los gases integrantes de la mezcla.

La presión que una mezcla tiene dentro de un recipiente cerrado es también función de las propiedades químicas y físicas de los gases componentes. En los gases ideales, la presión de la mezcla es igual a la suma de las presiones parciales de los constituyentes; la mayoría de los gases comprimidos tienen un comportamiento muy cercano al de los gases ideales, lo que permite determinar las proporciones de una mezcla midiendo la presión. Así, por ejemplo, si se desea preparar una mezcla de aire en un cilindro en que la presión final es de 100 bar, se deben cargar primero 20 bar de oxígeno y luego 80 bar adicionales de nitrógeno, y el resultado será: 20% de O₂/80% de N₂ en volumen.

Los gases difunden uno en el otro (ej.: nitrógeno/hidrógeno), de manera que una vez que se logra la mezcla homogénea, ésta permanece así. Generalmente se trabaja con mezclas gas-gas medidas en volumen y el producto obtenido es bastante homogéneo a través de toda la descarga del cilindro. También se trabaja con mezclas de dos gases licuados medidos en peso, obteniéndose el producto desde el fondo del cilindro a través de un sifón, lográndose una buena homogeneidad del producto. Se debe evitar las mezclas gas-líquido, puesto que en este caso es imposible obtener un producto homogéneo a la salida del cilindro.

- ✓ **Precauciones:**
 - Al seleccionar tipo de cilindro, válvula, regulador u otros componentes de red, el material seleccionado debe ser compatible con los componentes de la mezcla.
 - En el manejo y transporte de mezclas se deben considerar las precauciones recomendadas para cada uno de los gases integrantes, especialmente si son inflamables o tóxicos.

✓ **Preparación y envasado:**

El procedimiento más común para fabricar mezclas de gases de uso industrial es controlando la presión parcial de los componentes de pureza conocida. Luego se realiza un análisis instrumental para comprobar la calidad de la mezcla y porcentaje final de los componentes, cumpliendo las especificaciones requeridas.

Para fabricar mezclas de gases de uso científico se usan métodos gravimétricos en que los gases se pesan en una balanza de alta precisión y luego son analizadas con un cromatógrafo de gases, para verificar que la mezcla cumpla la composición requerida.

Las mezclas preparadas se envasan en contenedores adecuados a las características físicas y químicas de los componentes.

Ciertas propiedades limitan las mezclas posibles de fabricar, siendo las limitaciones más comunes: presión parcial insuficiente, reacciones químicas en el cilindro, y composiciones inflamables.

✓ **Tipos de mezclas:**

- Atmósferas controladas

Mezclas para calibración de equipos de control de atmósferas controladas. Dióxido de carbono, nitrógeno en oxígeno, etc.

- Mezclas medicinales

Mezclas de dióxido de carbono y monóxido de carbono en aire y nitrógeno, para calibración de equipos de análisis de sangre y laparoscopia.

Mezclas oxígeno-helio (Oxifast).

Mezclas óxido nitroso-oxígeno (Oxicalm).

Mezclas de CO₂-CO-He-Ar-Ne para calibración equipos láser.

Mezclas para difusión pulmonar.

- Control de polución

Mezclas de monóxido de carbono, dióxido de carbono, SO_x, NO_x y H₂S para calibración de equipos de control de emisiones industriales, vehículos y monitoreo continuo.

Patrones Protocolo EPA.

- Mezclas de hidrocarburos

Mezclas de hidrocarburos (metano-etano-acetilenopropano-butano-pentano) para calibración de equipos en la industria petroquímica.

- Patrones de gas natural

- Mezclas láser

Mezclas de He-CO₂-N₂, para equipos láser.

- Equipos detectores de gases

Mezclas de hidrógeno, monóxido de carbono, dióxido de carbono, anhídrido sulfuroso, ácido sulfhídrico en nitrógeno o aire, para calibración de equipos de detección y monitoreo.

✓ **Reguladores de presión:**

Los gases de alta pureza y mezclas de alta precisión deben ser manejadas con reguladores de presión diseñados especialmente para estos gases. Deben cumplir las siguientes especificaciones mínimas [2]:

- Diafragma de acero inox.
- Control de fugas con Helio
- Válvula de seguridad
- Asientos de teflón

6. GAS LICUADO DE PETRÓLEO (GLP)

El GLP o Gas Licuado de Petróleo, mejor conocido como gas en cilindro o gas propano, es un combustible que proviene de la mezcla de dos hidrocarburos principales: el propano (C_3H_8) y el butano (C_4H_{10}) y otros en menor proporción. Es obtenido de la refinación del crudo del petróleo o del proceso de separación del crudo o gas natural en los pozos de extracción. Los gases que componen el GLP son los productos que se desprenden a lo largo del proceso, quedando libres de azufre, plomo y con bajo contenido de carbono, convirtiéndolo una energía limpia, amigable y socio de los recursos naturales renovables.

Esta mezcla de hidrocarburos permanece gaseosa en condiciones ambientales, pero se convierte a un estado líquido cuando se somete a presiones moderadas, lo que facilita su transporte y no requiere de grandes infraestructuras ni complicadas redes para su distribución, haciéndolo muy atractivo para consumo en áreas remotas y/o rurales donde las redes de Gas Natural no pueden llegar, acercando las comunidades alejadas a una energía moderna.

Como la energía del GLP se condensa en espacios reducidos, cada galón llega a contener 92.000 Btu a diferencia del Gas Natural que sólo alcanza los 32.000 Btu.

Como el GLP no tiene color ni olor, por razones de seguridad antes de ser almacenado se le agrega una sustancia llamada Mercaptano, la cual le da ese olor característico, facilitando su detección en caso de fugas o escapes.

✓ **Características y usos:**

El GLP tiene 110 octanos, lo que le confiere características similares a la gasolina, pero produce menos contaminantes tóxicos como el monóxido de

carbono y el anhídrido sulfuroso, por lo que ayuda a minimizar la contaminación del medio ambiente. Algunas de sus otras características son:

Es incoloro en estado líquido.

Su poder calorífico supera otros combustibles como el gas natural y los alcoholes derivados de la biomasa.

▪ **Usos:**

Su mayor uso se da principalmente como combustible, pero la variedad de usos va desde propelente para aerosoles hasta refrigerante industrial.

Cuando se utiliza como combustible, sirve en procesos industriales para sistemas tanto de enfriamiento como de calentamiento, para producción de vapor y como combustible para motores.

En otros procesos como los del hogar se utiliza para la cocción de alimentos, ya que correctamente combinado con el aire, no genera hollín ni da mal sabor a las preparaciones.

Cuando se usa como combustible de vehículos automotores, se le conoce internacionalmente como Autogas, una alternativa con mucho potencial y aceptación ya que alrededor de 20 millones de vehículos en el mundo, circulan utilizando este tipo de energía. En Colombia esta alternativa está próxima a desarrollarse [3].

7. IDENTIFICACIÓN DE LOS CILINDROS

Todos los cilindros deben llevar una serie de marcas estampados a golpe en el hombro del cilindro que indican normas de fabricación como propietario, presión de trabajo, ensayos realizados, entre otros [2]. Ejemplo:

Dueño:

INDURA / CRYOGAS

Datos de Clasificación:

(DOT) Norma de clasificación y manufactura del cilindro.

(3AA) Tipo de material del cilindro

(2400 psi) Presión de servicio

Datos de Fabricación:

(Z45015) Número de serie del cilindro

(PST) Identificación del fabricante

(2) Mes de fabricación

(ø) Marca oficial de inspección reconocida

(06) Año de fabricación

Marcas Posteriores de Pruebas Hidrostáticas:

Fecha:

(5) mes de la última prueba hidrostática.

(©) Símbolo de Identificación de la empresa que realizó dicha prueba.

(09) año de la última prueba hidrostática (Figura 1). [2]



Figura 1. Ejemplo de identificación de cilindros.

➤ **Cilindros de acetileno:**

Como hemos visto, el caso del acetileno tiene tratamiento especial, por ser un gas altamente inflamable y sensible a la presión (chequear página al final). Por ello, los cilindros en que se carga acetileno son diferentes a los que se han mencionado antes.

El cilindro se encuentra relleno con una pasta seca y porosa, en forma de panal, cuyos miles de pequeñas cavidades están rellenas a su vez con acetona líquida. Al entrar al cilindro el acetileno se disuelve en la acetona, repartiéndose en las pequeñas celdillas, con lo cual desaparece el riesgo de explosión y de esa forma es posible almacenar una cantidad mayor de gas a presión en el cilindro.

La ojiva y/o la base del cilindro está equipada con tapones fusibles de seguridad, que son pernos fabricados con un tipo de aleación especial de plomo que funde a 102°C aproximadamente.

El contenido de gas se determina pesando el cilindro sin gas con acetona solamente y luego con gas (figura 2). [2]

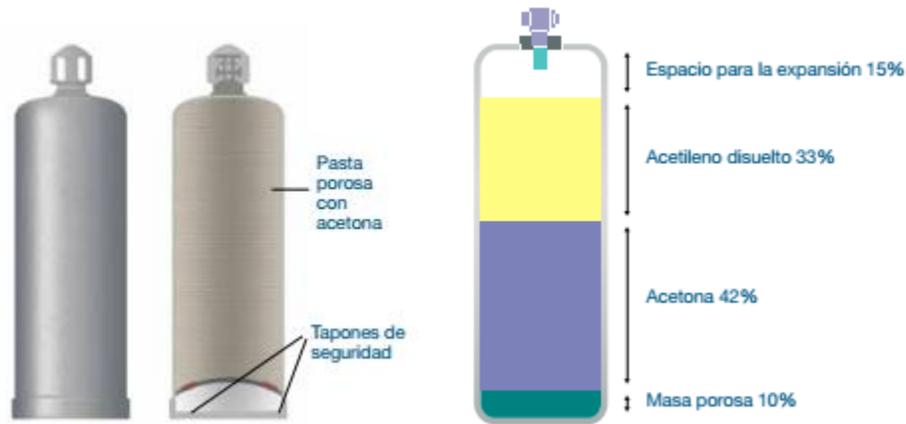


Figura 2. Cilindros de acetileno.

7.1 Inspección de cilindros

✓ **Inspección y prueba de cilindros:**

Los cilindros que deben contener gas comprimido a alta presión necesitan un control periódico de su estado, para seguridad de los usuarios.

✓ **Inspección visual:**

Se revisan externa e internamente las paredes del cilindro para apreciar la existencia de algún deterioro como cortes, hendiduras, abolladuras, exceso de corrosión y señales de arco eléctrico. En el caso de verificar algún deterioro, este es analizado para determinar su importancia, pero en algunos casos, como la señal de arco eléctrico, este es rechazado e inutilizado definitivamente. También se revisa el estado de la válvula, especialmente su hilo, y a todos los cilindros antes de cargarse se verifica la fecha de la última prueba hidrostática.

✓ **Prueba de olor:**

Antes de llenar un cilindro, se comprueba el olor de su contenido anterior para detectar posible contaminación.

✓ **Prueba de sonido:**

Sirve para verificar si el cilindro tiene alguna falla (grieta, oxidación interna, líquido, etc.). También indica si está vacío (sonido de campana) o cargado.

✓ **Prueba hidrostática:**

La vida útil de un cilindro es de muchos años, dependiendo del trato que haya recibido, por ello es necesario controlar periódicamente la resistencia del material del cilindro. Cada envase debe someterse a una prueba hidrostática periódicamente (según el país y el gas), la cual consiste en probar el cilindro a una presión hidráulica equivalente a 5/3 de su presión de servicio. Las pruebas

se realizan estrictamente bajo las normas locales de cada país o de la Compressed Gas Association de Estados Unidos (Figura 3). [2]

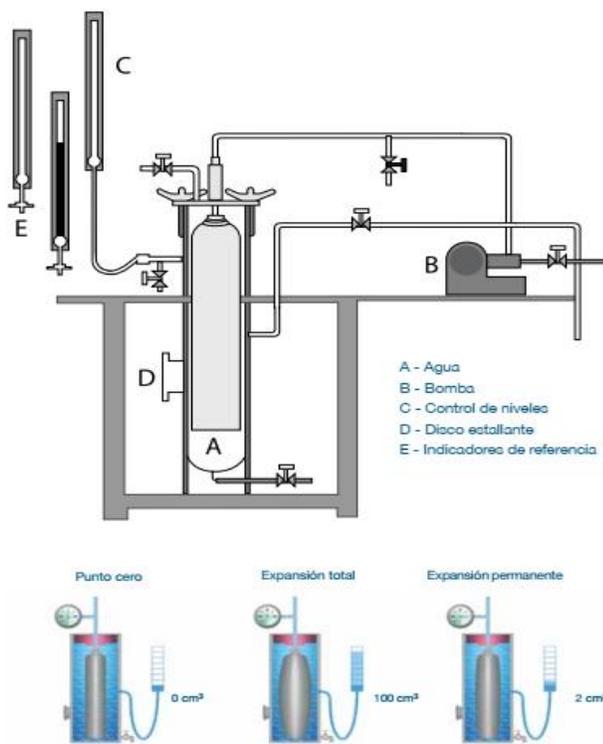


Figura 3. Diagrama de prueba hidrostática.

7.2 Almacenamiento y manejo de cilindros

Siempre debe recordarse que los cilindros están cargados con un gas a alta presión, por lo que deben tratarse con cuidado, evitando daños mecánicos (golpes, caídas) o físicos (calentamiento excesivo, arcos eléctricos).

Un cilindro cuya válvula se rompiese, podría convertirse en un proyectil impulsado por la fuerza propulsora del gas, que sale a alta presión por un orificio de pequeño diámetro.

Si el cilindro se calienta en forma excesiva, el aumento de presión puede hacer saltar el dispositivo de seguridad de la válvula dejando escapar el contenido [2].

Se deben seguir las siguientes recomendaciones en el almacenamiento:

- Siempre deberá existir una llave central y llaves de paso sectorizadas. Estas deberán quedar visibles y con fácil acceso para que puedan utilizarse en caso de emergencias.
- Almacenar los cilindros en áreas destinadas sólo para ello.

- El depósito del gas quedará situado fuera del laboratorio, en un gabinete de material incombustible, debidamente ventilado y provisto de puertas con un dispositivo portacandado.
- Los cilindros que contienen los diferentes gases deben estar debidamente identificados mediante el color que está normado para cada uno de ellos. Ejemplo:
 Oxígeno = blanco
 Nitrógeno = negro
 Aire comprimido = negro con blanco
 Hidrógeno = rojo, etc.
- Marcar los cilindros vacíos, manteniéndolos aparte de los llenos, sin mezclar cilindros de distintos gases (ni llenos ni vacíos).
- Marcar los cilindros vacíos, manteniéndolos aparte de los llenos, sin mezclar cilindros de distintos gases (ni llenos ni vacíos).
- No colocar cilindros en corredores o áreas de trabajo en que puedan ser golpeados por máquinas en trabajo u objetos que caigan sobre ellos.
- Cuando el cilindro no está en uso, debe tener la tapa puesta, protegiendo la válvula. No debe haber ropas u objetos similares sobre los cilindros, dificultando la visión o manejo de las válvulas.
- Los cilindros siempre deben estar en posición vertical, encadenados a una pared o baranda.
- En el caso de cilindros de oxígeno o gases oxidantes, no permitir el contacto del cilindro con grasas, aceites derivados de hidrocarburos u otros combustibles orgánicos.
- Nunca usar un cilindro si el gas que contiene no está claramente identificado en él. No depender sólo del color del cilindro para identificar su contenido. Devuelva un cilindro no identificado a su distribuidor autorizado.
- Las válvulas o monorreductores utilizados entre cilindro y equipo deben ser los precisos, lo cual depende de la presión y naturaleza del gas.
- El calefón deberá instalarse fuera del recinto de trabajo por riesgo de explosión.
- Nunca hacer arco eléctrico en el cilindro.
- Evite almacenar cilindros cerca de cualquier fuente de ignición o material a alta temperatura.
- En general un cilindro nunca debe calentarse a más de 50°C.

- Siempre devuelva sus cilindros usados con una presión mínima de 2 bar (29 psi), y con la válvula cerrada, para evitar la contaminación del envase.
- Nunca dejar caer un cilindro, aunque parezca estar vacío, ni golpear cilindros entre sí. Nunca levantar un cilindro tomándolo por la tapa o válvula. Nunca arrastrar un cilindro ni hacerlo rodar en forma horizontal. Use el transporte adecuado.
- No traslade cilindros rodando y tampoco arrastrando.
- Nunca almacenar gases combustibles junto con gases comburentes, como oxígeno u óxido nítrico.
- No trate de llenar un cilindro o de trasvasijar gases de un cilindro a otro.

➤ **Almacenamiento de gas propano en tanques**

El almacenamiento de GLP en tanques de gran capacidad se recomienda seguir las siguientes recomendaciones:

1. Los tanques se deben situar en espacios bien ventilados, protegidos del sol, del agua, de la humedad y de ambientes corrosivos. Es preferible ubicar los TANQUES en áreas exteriores para minimizar los riesgos.
2. El lugar de almacenamiento debe estar aislado por paredes construidas en materiales incombustibles y resistentes al fuego, con salidas de emergencia. El muro debe ser recto sin ninguna abertura. No se permite la utilización de más de dos muros. La altura mínima del muro vendrá determinada por la hipotenusa del triángulo rectángulo que se forma al unir los tres puntos que a continuación se definen [4]:

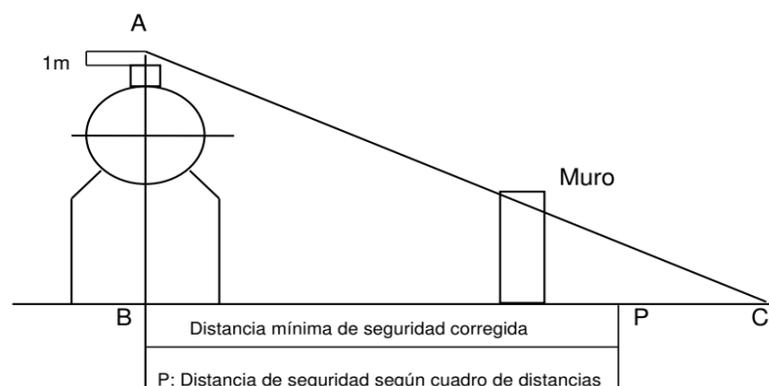


Figura 4. Distancia de seguridad para ubicación de un cilindro.

Punto A: Un metro por encima del orificio más alto.

Punto B: La proyección de dicho orificio sobre el suelo.

Punto C: El límite de la distancia (S) correspondiente al punto P, indicada en el cuadro de distancias*.

Punto P: Punto cuya situación de desea proteger.

*Según el cuadro de distancias, para un tanque de un volumen entre 5 y 10 m³, la distancia a límites de propiedad, focos fijos de inflamación, motores de explosión, vías públicas, proyección de líneas de alta tensión, equipos eléctricos, sótanos, alcantarillas y desagües es de 3 metros medidos desde las paredes del tanque.

Si el tanque es menor de 5 m³, la distancia indicada es de 2 metros desde las paredes del tanque.

En todo caso, el mínimo de altura del muro será de 1.5 metros.

La longitud del muro deberá ser tal que el recorrido de una eventual fuga de gas no sea más corto que la distancia al punto P.

3. Es preferible que el tanque no presente un color oscuro, porque de esta forma se acumula el calor, más aún si está expuesto al sol. Es recomendable el empleo de colores como el plateado o el blanco.
4. El tanque y el área de almacenamiento deben señalizarse completamente.
5. El gas propano es una sustancia extremadamente inflamable y debe almacenarse lejos de los siguientes productos: agentes oxidantes fuertes, como oxígeno, dióxido nitroso, nitratos, percloratos, hipocloritos, etc.
6. A temperaturas superiores a las del medio ambiente, aumenta la presión del gas en el interior del tanque. Por tal razón, no debe exponerse a altas temperaturas o al fuego.
7. Es peligroso fumar o emplear llamas abiertas. Se deben colocar avisos visibles prohibiendo tales prácticas. Coloque signos de NO FUMAR en el lugar de almacenamiento.
8. Mantenga las áreas de almacenamiento de propano libres de otros materiales que puedan arder, tales como cartón o madera.
9. Mantener alejado de cualquier fuente de ignición o fuentes eléctricas.
10. Evite las fugas de gas en el lugar de trabajo. Se sugiere incorporar un programa de mantenimiento en el que se establezcan controles periódicos que incluyan la revisión del tanque para prevenir posibles fugas.

11. Aterrizar el tanque, para evitar que la generación de energía electrostática provoque un incendio, especialmente cuando se realizan labores de trasvase [4].

7.3 Válvulas y reguladores

Cada cilindro tiene una válvula especial, que permite llenarlo, transportarlo sin pérdidas y vaciar su contenido en forma segura. A la válvula debe adaptarse un regulador, el que permite bajar la elevada presión interna del cilindro a la presión de trabajo recomendada.

Tanto válvulas como reguladores son de diversos tipos, según el gas a que estén destinados y las características de éste. También varían las conexiones, con lo que se evita el intercambio accidental entre equipos para gases no compatibles entre sí.

✓ Válvulas:

Las válvulas utilizadas en los cilindros están diseñadas para trabajo pesado y alta presión. Son fabricadas en bronce con asientos generalmente de Teflón.

El hilo de conexión se hace diferente para cada gas, para evitar errores. Cada válvula posee un sello de seguridad, que salta a una presión o temperatura excesiva, dejando escapar gas, y evitando así la explosión del cilindro (Figura 4). [2]

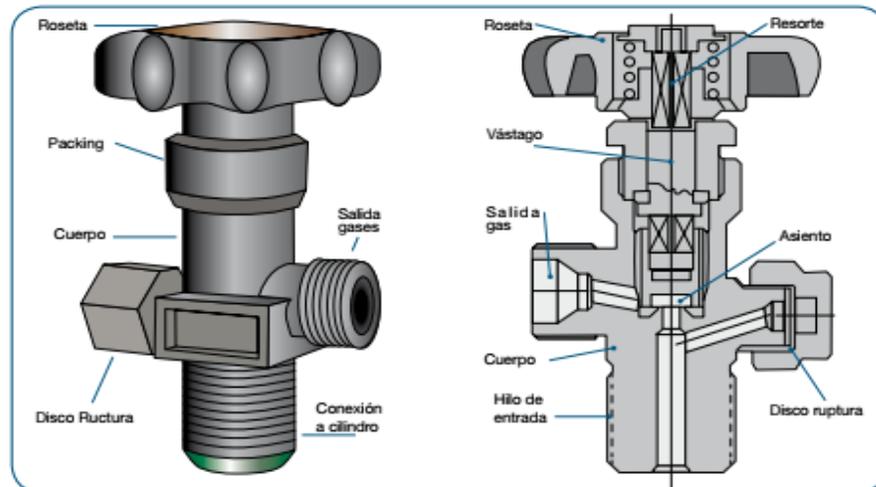


Figura 5. Diagrama de las válvulas utilizadas en los cilindros de gases.

✓ Uso correcto de válvulas:

Las rosetas o manillas de las válvulas están diseñadas para operación manual. Nunca se debe usar llaves de tuercas, martillar, palanquear o acuñar una válvula

trabada o congelada. Si la válvula no se abre con la mano, devuelva el cilindro a su proveedor.

- Nunca abrir la válvula si no está correctamente conectado el regulador.
- No usar la válvula como punto de apoyo para mover el cilindro. Evitar cualquier golpe o presión externa sobre ella.
- Las válvulas se deben abrir lentamente. La forma correcta es colocar una mano sobre la otra y éstas, sobre la roseta o manilla.
- Nunca lubricar las válvulas, especialmente en caso de oxígeno, en que es especialmente peligroso.
- Si un cilindro tiene fuga de gas, marcar y alejar inmediatamente de toda fuente de ignición y llamar a su proveedor. Déjelo en un lugar ventilado.
- Al abrir la válvula, nadie debe estar frente a la salida de gas.
- Usar siempre las conexiones adecuadas entre válvulas y regulador, según las normas especificadas. No tratar de adaptar conexiones.

✓ **Reguladores:**

Un regulador de presión es un dispositivo mecánico que permite disminuir la elevada presión del gas en el cilindro, hasta la presión de trabajo escogida y mantenerla constante.

Cada regulador está diseñado para un rango de presiones determinado y para un tipo de gas específico. Es importante hacer la selección del equipo adecuado para cada aplicación.[2]

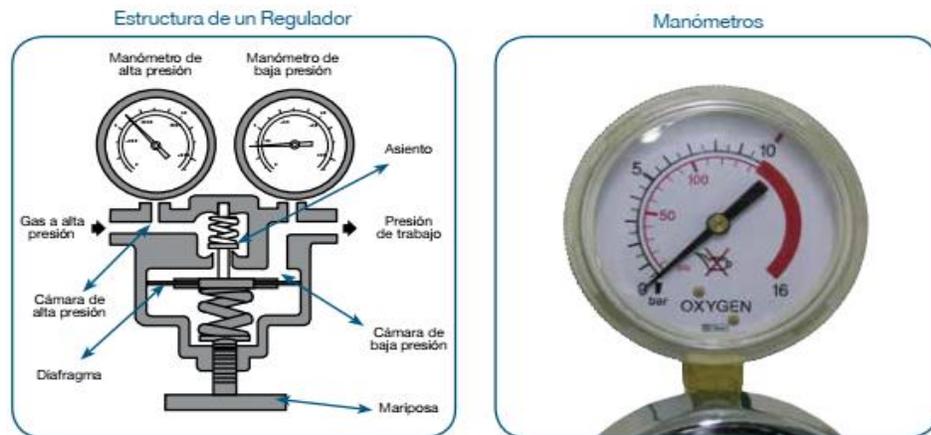


Figura 6. Estructura de un regulador.

Básicamente, el regulador consta de un diafragma que recibe la presión del gas por un lado y la acción de un resorte ajustable por el otro. El movimiento del diafragma controla la apertura o cierre del orificio que entrega el gas.

La llave de control del diafragma se usa para mantener una presión de entrega escogida constante, a un valor que esté dentro del rango de diseño del regulador.

Una vez regulada la presión, el diafragma actúa automáticamente, abriendo o cerrando el orificio de salida para mantener la presión de servicio constante.

Opcionalmente se puede agregar al regulador un dispositivo de control de flujo (flujómetro), que permite calibrar y leer el flujo de gas requerido.

Indican presión a través de un sencillo mecanismo de fuelle y relojería. Los reguladores de presión normalmente cuentan con dos manómetros. Uno indica la presión de entrada del gas que viene del cilindro, y el otro, la presión de salida (presión de trabajo), que se puede regular con el tornillo o mariposa del regulador.

Los manómetros tienen diferentes escalas de acuerdo con el rango de presión que requieren medir. Normalmente las escalas vienen graduadas en bar, que es la unidad adoptada por los países de la Unión Europea, y en psi que utilizan todavía los países de habla inglesa, aun cuando su propósito es también cambiar al Sistema Internacional de Unidades SI.

Cabe recordar que los manómetros miden presión manométrica, es decir indican cero cuando la presión absoluta es 1 atmósfera. Esto se expresa como bar (relativos) o como psig (gage) para distinguir el bar o el psi (absolutos). Cuando no se expresa esta última letra aclaratoria se entiende que se está refiriendo a presiones manométricas.

✓ **Manejo de reguladores de presión:**

Cuando se conecta el regulador a la válvula del cilindro, los hilos deben unirse fácilmente. Si el regulador no conecta bien, de ninguna manera debe ser forzado. La unión dificultosa puede indicar que el hilo y por lo tanto el regulador no es el correcto. Siempre debe comprobarse que el regulador sea el indicado, por el tipo de gas y su capacidad de presión y flujo.

▪ **Procedimiento**

- 1) Conectar el regulador a la válvula del cilindro.
- 2) Girar la mariposa del regulador en el sentido contrario de los punteros del reloj hasta que no ejerza presión y gire libremente.
- 3) Abrir la válvula del cilindro lentamente, hasta que el manómetro de alta registre la presión de entrada.
- 4) Girar la mariposa del regulador en el sentido de los punteros del reloj hasta alcanzar la presión de trabajo deseada, que será indicada en el segundo manómetro.

✓ **Dispositivos de Seguridad:**

Los reguladores contemplan dispositivos de seguridad para casos de presión excesiva. Los manómetros, además, tienen un frente sólido y una caja de seguridad trasera. En caso de presión excesiva, la caja de seguridad (de metal liviano) saltará, dejando escapar gas y reduciendo la presión.

✓ **Precauciones en el uso de reguladores:**

- Siempre utilizar el regulador apropiado para el gas utilizado. Revise las especificaciones. Que las conexiones ajusten debidamente.
- Utilizar la presión de servicio específica para cada gas. En el caso de acetileno, la presión de entrega nunca debe ser mayor 1 bar (14,5 psig).
- El regulador debe estar firmemente ajustado antes de abrir la válvula, lo cual se hará con lentitud.
- Nunca se deben lubricar las conexiones de un regulador.

- Al retirar un regulador se debe:
 - 1.- Cerrar bien la válvula.
 - 2.- Liberar el gas que queda en el regulador.
 - 3.- Desconectar el regulador.

- Hacer reparar los equipos defectuosos sólo por un Servicio Técnico calificado.
- Al realizar el cambio de cilindro, verifique fugas con líquido tenso activo.

8. INSTRUCCIONES DE SEGURIDAD EN GASES COMPRIMIDOS

La seguridad en la manipulación de los gases es una responsabilidad de todos los involucrados en la cadena de manipulación. Es por eso por lo que se requiere de la ayuda de todos para prevenir accidentes, mediante el uso y mantenimiento adecuado de los equipos de suministro de gases industriales y medicinales, porque ellos también son fuente de vida.

Antes de manejar un gas, usted debe conocer sus propiedades específicas: por ejemplo, si es inflamable, oxidante, tóxico, auto inflamable o corrosivo. Algunos gases poseen varias de estas propiedades a la vez. Aunque los gases inertes no son peligrosos, pueden desplazar el oxígeno atmosférico el cual es vital y, además, tienen un efecto asfixiante.

Los recipientes de gas comprimido almacenan gases a presión, también en estado líquido o diluido. Las propiedades esenciales de los gases están indicadas en las etiquetas de las botellas y en las fichas de datos técnicos.

Cada cilindro debe ser marcado en forma visible y estable, evitando un estampado en el cuerpo del cilindro. Las marcas deben ser fijadas en la ojiva e incluyen el

nombre del gas en idioma español, su fórmula química, el nombre usual del producto en caso de mezclas y la identificación del fabricante del gas. Además, su clasificación (oxidante, inflamable, no inflamable, tóxico, no tóxico, etc.) (Figura 7). [2]



Figura 7. Etiqueta de identificación de gas.

9. PROPIEDADES DE LOS GASES

Debe revisarse para cada gas sus efectos fisiológicos, sobre todo en casos de existir personas que trabajen en ambientes en que la concentración de un gas sea habitualmente alta o en ambientes cerrados y mal ventilados.

- Los gases inflamables pueden inflamarse en una cierta proporción en combinación con el aire u otras sustancias oxidantes.
 - Los gases auto - inflamables tienen una temperatura de inflamación de $< 100^{\circ}\text{C}$. Estos gases pueden inflamarse a temperatura ambiente en combinación con el aire u otras sustancias oxidantes.
 - Los gases oxidantes soportan la combustión, pero no son inflamables por sí mismos.
 - Los gases corrosivos atacan muchos materiales, especialmente metales, y queman la piel, así como muchas membranas mucosas.
 - Los gases tóxicos pueden dañar seriamente o incluso matar seres humanos si se inhalan o absorben a través de la piel.
 - Los gases peligrosos para el medio ambiente pueden dañar la capa de ozono, agravar el calentamiento global o contaminar el agua.
 - Los gases clasificados como cancerígenos pueden causar daños a largo plazo en los seres humanos.
- ✓ **Debe recordarse:**
- Todos los gases especialmente si son más pesados que el aire, pueden causar asfixia al desplazar el aire atmosférico, o reducir el porcentaje de oxígeno a un nivel muy bajo. Esto, especialmente en ambientes cerrados o poco ventilados.

- Por ser los gases incoloros, y muchas veces inodoros, los escapes no son apreciables a simple vista, y los síntomas de asfixia pueden ser detectados demasiado tarde. Por ello, deben tomarse todas las precauciones posibles, manejando gases en áreas abiertas o interiores bien ventilados, eliminando todas las posibles causas de escape y controlando regularmente el estado de las válvulas, conexiones, tuberías, etc.
- Al abrir la válvula nunca ponerse frente al flujo de gas, ni interponer las manos, especialmente cuando no se conocen cabalmente las características del gas en uso.
- En caso de uso médico es indispensable que quien los administre conozca bien los efectos de cada gas y los porcentajes correctos de mezclas de aire y otros gases.

10. FACTORES DE RIESGO EN EL MANEJO DE GASES

Los distintos gases tienen diferentes propiedades, las que motivan que los envases, equipos, normas de transporte y uso sean también diferentes. El primer factor de seguridad es conocer con qué gas se trabaja, evitando errores de identificación.

- Nunca usar cilindros no identificados adecuadamente (color, marcas, etiquetas), ni equipos que no sean diseñados específicamente para el gas correspondiente (válvulas, cilindros, reguladores, etc.).
- No dejar que los cilindros se contaminen. Para ello se debe mantener un saldo de presión en los cilindros vacíos y la válvula cerrada.
- En caso de mezclar dos gases, debe conocerse su compatibilidad, o si la mezcla es accidental, recordar que la mezcla de dos gases puede ser peligrosa, controlando de inmediato el escape u otra causa de mezcla.
- Nunca intentar realizar mezclas de gases sin el equipo adecuado o sin saber las propiedades de la mezcla, que pueden ser muy diferentes a las de los gases componentes.
- Si un cilindro pierde su etiqueta, debe ser devuelto al distribuidor, indicando lo sucedido o marcando el cilindro como no identificado.
- Para cada gas, conocer y aplicar precauciones específicas en cuanto a forma de uso, presión de trabajo, temperatura ambiental, almacenamiento y transporte.
- Nunca deben confundirse cilindros vacíos con otros llenos, conectar un cilindro vacío a un sistema presurizado puede causar graves daños.

11. DETECCIÓN DE FUGAS

Todo sistema diseñado para uso con gases presurizados debe ser verificado en cuanto a su estanqueidad, antes de ser usado. Este control puede ser hecho con nitrógeno para purgar además del sistema la humedad del aire. Esta verificación permite prevenir la posibilidad de escape de gases que pueden ser tóxicos o inflamables.

NUNCA debe buscarse escapes con una llama, acercada a las uniones o salidas. El método más sencillo es el de aplicar agua jabonosa o un líquido tenso-activo especial: la formación de burbujas indicará fuga de gases (Figura 8). Se puede utilizar también procedimientos químicos (papeles reactivos muy sensibles), o físicos (detectores de ionización). [2]

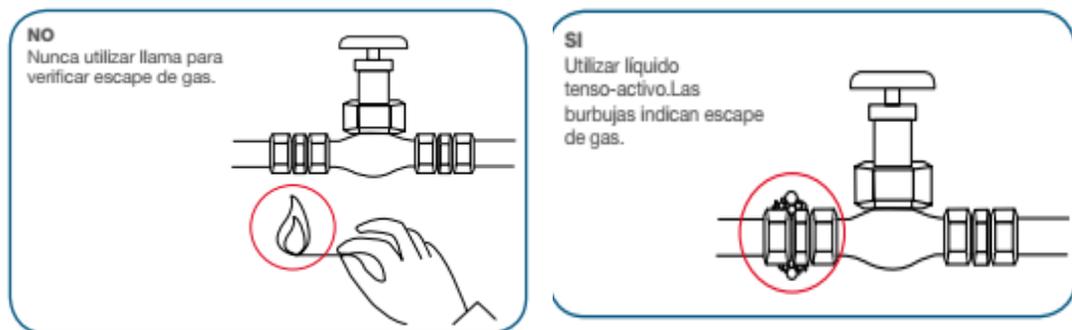


Figura 8. Forma correcta de detectar una fuga de gas.

12. MANEJO DE GASES DE ALTA PRESIÓN

La mayoría de los gases de uso industrial o médico están comprimidos a alta presión en cilindros de acero.

Un aumento excesivo de presión o la rotura de la válvula es peligroso, ya que el cilindro puede convertirse en un proyectil al dejar escapar el gas a alta velocidad. También puede existir peligro de asfixia por desplazamiento del aire. Por esto se debe:

- Tratar siempre los cilindros y su válvula con mucho cuidado, evitando caídas, golpes o choques. Un cilindro que tenga señales de golpe o su válvula trabada, debe ser devuelto al distribuidor señalándose el defecto. Cada cilindro, lleno o vacío, debe siempre tener puesta su tapa protectora, cubriendo la válvula especialmente durante su manipulación o traslado.

- Evitar que el cilindro se caliente (el aumento de temperatura aumenta proporcionalmente la presión). Un cilindro no se debe exponer a temperaturas superiores a 50°C.
- Al utilizar el gas, usar siempre el regulador apropiado para reducir la presión.
- No abrir la válvula con demasiada rapidez: el gas comprimido saldrá a gran velocidad, volviéndose a comprimir a enorme presión en el regulador, lo que aumenta su temperatura pudiendo llegar a la inflamación en el caso de gases oxidantes (compresión adiabática).
- Si las conexiones no están bien ajustadas, no son las adecuadas o tienen hilos dañados, puede producirse escape de gas con el consiguiente peligro.
- Los cilindros tienen dispositivos de seguridad para casos en que se produzca una subida excesiva de presión; no se deben modificar ni manipular.
- En el caso de detectarse escape de gas de un cilindro por falla en la válvula, aislarlo al aire libre, lejos de fuentes de ignición.
- Si se desea regular el flujo de gas, debe usarse un fluxómetro. Usar el regulador de presión es impreciso y riesgoso. Nunca deberá usarse la válvula del cilindro para este fin.
- A medida que se ocupa el gas de un cilindro, la presión desciende. El cilindro debe considerarse vacío cuando la presión de servicio sea de 2 bar (29 psi), ya que, bajo ese valor, puede presentarse succión hacia el interior penetrando aire, humedad u otra forma de contaminación, formándose mezclas que pueden ser explosivas si el gas es inflamable.

13. INFLAMABILIDAD

Ciertos gases pueden reaccionar en forma muy activa o bien violentamente, liberando gran cantidad de calor y produciendo una llama, al contacto con oxígeno (ya sea puro o como parte del aire). Ellos son los gases combustibles o inflamables.

El oxígeno es un gas comburente, tal como el óxido nitroso, aunque esté en grado mucho menor.

La inflamabilidad de un gas combustible depende en primer lugar de la concentración en que participa en la mezcla con el comburente, y en segundo lugar, de la temperatura de autoignición de éste.

✓ **Límites de inflamabilidad:**

Son los valores mínimos y máximos de concentración en volumen de un gas en aire, o en oxígeno, entre los que puede producirse una inflamación en presencia de una llama u otra fuente de ignición. Si el gas considerado tiene una concentración mayor o menor a dichos límites, no se inflamará. Estos límites están medidos a 1 atm de presión y a 20°C (Figura 9), [2] y se amplían si aumenta la temperatura o presión, aumentando el riesgo de ignición.

Los límites de inflamabilidad son expresados en porcentaje. Por ejemplo, los límites de inflamabilidad de la mezcla de hidrógeno en aire, a 20°C y 1 atm son 4% y 74,5%. Esto significa que el hidrógeno puede inflamarse en cualquier concentración entre las citadas, y no a concentraciones menores a un 4% o mayores que un 74,5%. Por ello, debe evitarse que la concentración de hidrógeno en áreas de trabajo sobrepase un 4% en la mezcla con aire ambiental.

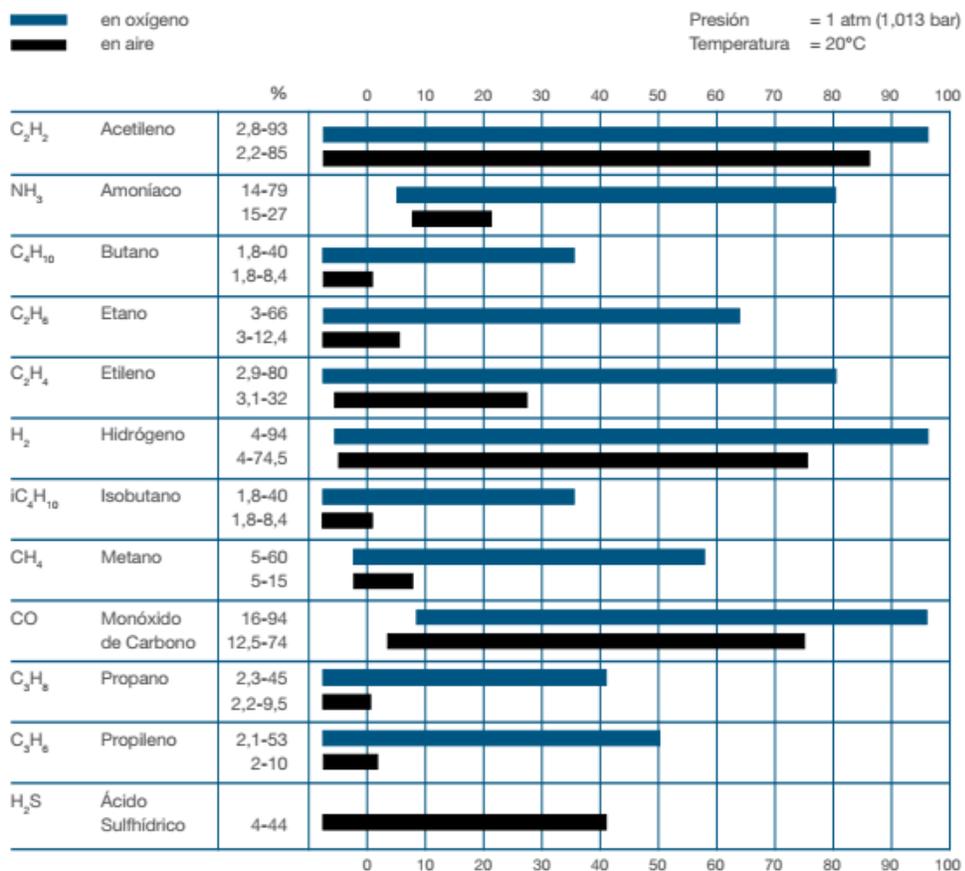


Figura 9. Límites inferiores y superiores de inflamabilidad de los gases.

✓ **Efectos de los gases inertes:**

La adición de un gas inerte, que no reacciona con el oxígeno ni con un gas inflamable, modifica los límites de inflamabilidad de este último.

Este efecto de los gases inertes es de gran importancia en la industria, pues permite el manejo de los gases inflamables en forma segura, manteniéndolos separados del oxígeno del aire.

✓ **Temperatura mínima de autoinflamación:**

La mezcla de un gas inflamable con aire, al ser calentada gradualmente, llega a una temperatura en que se inicia una reacción química, muy lenta. Al seguir subiendo la temperatura, la rapidez de esta reacción aumenta progresivamente y al llegar a cierto nivel la mezcla entra en combustión violenta, con llama, de todo el volumen gaseoso calentado.

Se dice que la mezcla ha sufrido una autoinflamación distinguiéndola de la inflamación causada por la presencia de una fuente de ignición, como ser una llama o chispa. Las diferentes mezclas de gas combustible con aire, se auto inflaman a diferentes temperaturas según su concentración.

Cuando se trabaja con tales mezclas debe conocerse la menor temperatura de autoinflamación propia de esa mezcla, para fijar los límites de seguridad.

✓ **Inflamable oxidante:**

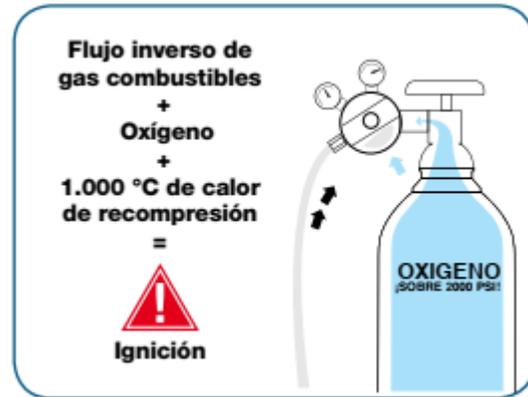
«La mezcla accidental de gases inflamables y gases oxidantes puede ocasionar la formación de una mezcla de gases potencialmente explosiva, la cual, si hace ignición, puede explotar y producir la ruptura del recipiente o cilindro que la contiene».

14. PRECAUCIONES EN EL MANEJO DE GASES INFLAMABLES

Los cilindros que contienen gases inflamables deben ser tratados con especial cuidado, en cuanto a su almacenamiento, transporte y utilización. Las principales reglas de seguridad comunes a todos estos gases son:

- Almacenar los cilindros con cuidado, siempre en posición vertical, en ambientes frescos y bien ventilados, en el exterior, fuera del alcance del sol, y lejos de cualquier fuente de ignición o circuito eléctrico. El cilindro nunca debe calentarse a más de 50°C.
- Nunca almacenar gases combustibles junto con gases comburentes, como oxígeno u óxido nítrico.
- Los cilindros de gases combustibles, especialmente hidrógeno, deben ser usados sólo por personal de gran experiencia y debidamente calificado.
- Manejar los cilindros con especial cuidado, evitando que se golpeen, se calienten o reciban electricidad. Recordar que los cilindros «vacíos» aún contienen gas. Siempre deben tener su válvula cerrada con su tapa de protección puesta.

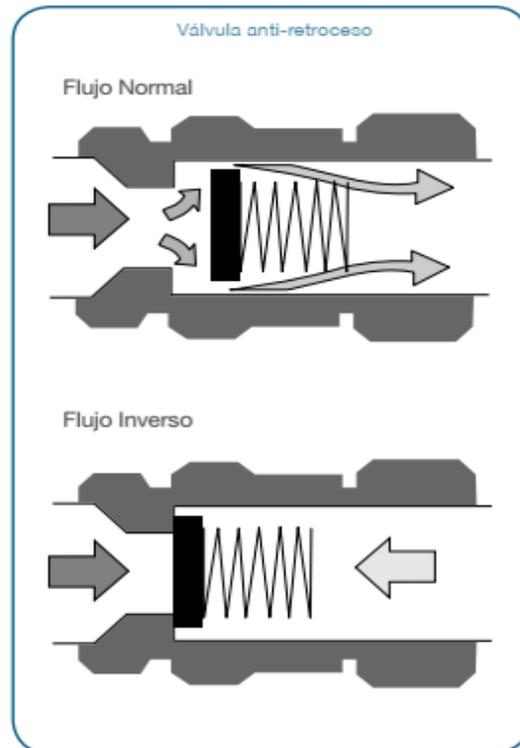
- Usar para cada gas las válvulas, reguladores y conexiones especiales para ese gas. Nunca usar empaquetaduras de goma, cuero ni de ningún material orgánico. No engrasar o aceitar ningún envase, equipo o accesorio para uso con gases combustibles o comburentes.



- Preocuparse de mantener las salidas y conexiones de válvula y regulador siempre limpias, sin polvo ni partículas extrañas.

- Un cilindro con la válvula abierta y poca presión puede contaminarse, formándose mezclas explosivas. Por ello no usar el cilindro cuando la presión es igual o menor a 25 psi o 2 bar. Cuando el cilindro no está en uso, debe permanecer con la válvula cerrada.

- Las válvulas y reguladores deben ser abiertas con lentitud, para evitar altas presiones de salida, que pueden incluso incendiar el regulador. Si el hidrógeno sale muy rápido, arderá en contacto con el aire, por lo que en este caso nunca debe abrirse la válvula sin que esté conectado el regulador.



- Use válvulas antirretroceso en la salida del regulador y en la conexión de los sopletes, con el objeto de prevenir el flujo inverso de los gases, en el caso de aplicación de mezclas con gases combustibles. Ej.: (acetileno con oxígeno).

- El oxígeno, aunque no es un gas combustible, debe ser tratado como tal por su fuerte acción comburente, especialmente en las cercanías de gases inflamables.
- Si un cilindro tiene escape, márkelo y aíslalo, en el exterior, lejos de toda fuente de ignición. Avise al distribuidor. En el caso de hidrógeno tenga especial cuidado, pues arde a alta temperatura sin que se vea su llama.
- En recintos de almacenamiento o uso de gases combustibles, señalar debidamente, con letreros NO FUMAR, y mantener, en buen estado, equipos

adecuados para extinción de incendios (preferiblemente de CO₂ o polvo químico).

- Al retirar el regulador, verificar que no quede gas en su interior.
- Nunca tapar u obstaculizar la válvula del cilindro cuando se esté utilizando un gas combustible, ya que esto puede impedir su cierre rápido si fuese necesario.

15. ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LOS CILINDROS

Los cilindros para gases no pueden ser soldados, desabollados, enmasillados, y en general reparados, porque cualquier cambio en la forma y espesor de sus paredes los debilitan y los hacen muy peligrosos.

Los cilindros con fallas deben darse de baja de acuerdo con las normas establecidas.

Los cilindros para gas de alta presión deben someterse a inspección y prueba cada 5 o 10 años según corresponda.

La inspección debe ser externa e interna y consta de los siguientes puntos:

- Pesaje
- Medición espesor pared con ultrasonido
- Control de fisuras o fallas
- Prueba hidráulica
- Secado

En el caso de los cilindros de acetileno deben someterse a inspección y mantención periódica por lo menos cada 10 años.

La inspección de los cilindros de acetileno debe ser externa e interna de acuerdo con las normas establecidas y debe hacerse cada vez que haya razón para creer que el cilindro o su masa porosa han sufrido cambios que pudieren alterar sus funciones de seguridad.



16. FACTORES DE RIESGO EN GASES CRIOGÉNICOS

Las precauciones para el manejo de gases criogénicos son las mismas que para gases comprimidos, salvo dos factores especiales, comunes a todos los gases criogénicos:

Su temperatura extremadamente baja.

Su gran expansibilidad: pequeños volúmenes de líquido se transforman en grandes volúmenes de gas

✓ **Precauciones ante temperaturas criogénicas:**

- Nunca tocar con alguna parte desprotegida del cuerpo un recipiente o cañería que contenga gases criogénicos, especialmente si no están debidamente aislados: el metal frío puede pegarse a la piel, causando heridas profundas al tratar de despegarse.
- Proteger los ojos con pantalla facial o gafas protectoras, especialmente el operario que realice traspaso de fluidos de un recipiente a otro.
- Utilizar siempre guantes criogénicos (aislados) o cuero bien seco, con un broche suelto que permita sacárselos rápidamente si cae o salpica líquido en ellos. Incluso con los guantes puestos, se puede soportar el frío sólo por tiempos cortos.
- Usar sólo envases diseñados específicamente para contener líquidos criogénicos, contruidos para soportar las grandes diferencias de temperatura y presiones normales de operación.

✓ **Alto coeficiente de expansión:**

Una de las características más ventajosas de los fluidos criogénicos es a la vez uno de sus factores de riesgo: una pequeña cantidad de líquido criogénico puede producir, al vaporizarse, grandes cantidades de gas. Por ejemplo, 1 m³ de oxígeno en estado líquido a 1 atm, se transforma en 843 m³ de oxígeno gaseoso, medidos a 15°C y 1 atm.

Por estas razones, debe tomarse siempre las siguientes precauciones, especialmente en el caso de nitrógeno y argón:

- Almacenar y utilizar el líquido criogénico sólo en lugares bien ventilados. En caso contrario la evaporación gaseosa puede reducir el porcentaje de oxígeno en el ambiente a niveles peligrosamente bajos.
- Tenga en cuenta que el aumento del gas en el aire puede ocurrir en la noche, cuando la sala está cerrada. Si usted tiene alguna duda sobre la cantidad de aire existente en una sala, ventílela bien antes de entrar a ella.
- Si alguien se desmaya o da signos de debilidad mientras trabaja con gases criogénicos, llévelo de inmediato a un área bien ventilada. Si ha dejado de respirar, aplique respiración artificial. Siempre que una persona pierda el conocimiento pida ayuda médica de inmediato.

- En una instalación nunca deben quedar líquidos criogénicos atrapados entre dos puntos pues su gran capacidad de evaporación generará presiones muy altas. Este riesgo se elimina colocando válvulas de seguridad de cilindros en los puntos de la red que presenten esta posibilidad [2].
- ✓ **Tras la finalización de las tareas se deben seguir las siguientes instrucciones:**
- Tras finalizar un trabajo o una actividad, cerrar siempre las válvulas de los recipientes de gas comprimido y liberar el reductor de presión para evitar subidas de presión descontroladas o descargas de gas.
 - Diferenciar los recipientes vacíos para evitar errores. Los recipientes presurizados no deberían vaciarse nunca hasta el punto de eculización total de la presión, para evitar un aumento de aire atmosférico durante el proceso de devolución.
 - Los recipientes que pudieran haber sido contaminados por impurezas a través del reflujo deben ser claramente etiquetados al respecto y devueltos al distribuidor junto con una nota sobre la posible contaminación. Esto ayudará a evitar entregas impuras en el futuro.
 - Los recipientes de gas comprimido con defectos visibles u ocultos pero conocidos deben etiquetarse claramente y devolver al fabricante del gas.

17. GASES CON PROPIEDADES ESPECIALES

✓ **Oxígeno:**

Utilice sólo materiales apropiados y aceptados para el oxígeno. Todos los componentes del sistema (especialmente manómetros, adaptadores y conexiones de rosca) deben mantenerse libres de aceite y grasa y deben etiquetarse convenientemente. Compruebe especiales peligros generados por acumulación en lugares cerrados y respete las normativas correspondientes.



✓ **Gases inflamables y auto inflamables:**

Es extremadamente importante para el sistema que no existan fugas. En especial, deberían implantarse las medidas de protección contra explosiones. Todas las sustancias fácilmente inflamables deberían retirarse de las zonas susceptibles de generar un foco de incendio. Antes de transportar recipientes de gas comprimido que contengan gases inflamables o auto inflamables, utilice un gas inerte para purgar todo el sistema de descarga del aire y los gases oxidantes. Esto se



aplica a la inversa durante la parada: todos los gases residuales deberían diluirse, empleando gases inertes, para evitar daños y posteriormente deberían ser desechados.

✓ **Gases tóxicos:**

Es preciso un cuidado extremo al manejar gases tóxicos o mezclas que los contengan. Las personas encargadas de su manejo deberían ser convenientemente formadas. La prioridad número uno es la no existencia de fugas en la planta. Siempre que sea posible, deberían emplearse sistemas de extracción adecuadamente dimensionados. Los



aparatos para probar o avisar sobre la presencia de los gases implicados ayudan en la detección a tiempo de acumulaciones peligrosas para el sistema respiratorio. Los equipos de respiración autónomos deben estar a mano.

El gas purgante debería obtenerse de una botella distinta para evitar que se introduzcan gases indeseados en la red de suministro. Para este propósito, se debería salvaguardar el sistema de purga mediante una válvula antirretorno cuyo adecuado funcionamiento debería ser comprobado regularmente. Los gases purgantes deberían ser introducidos mediante apropiados sistemas de retención.

18. MEDIDAS EN CASO DE INCENDIO

- Cuando se produce un incendio en un local donde haya botellas, existe el peligro latente de explosión.
- Si se genera un incendio, informe inmediatamente al Responsable de Seguridad. En la medida de lo posible, evacúe los recipientes de gas comprimido de la zona de peligro. Si esto no fuera posible realizarlo con seguridad, enfríe los recipientes de gas comprimido rociándolos con agua desde una distancia segura.
- Las botellas que contengan gases capaces de activar el fuego no deberán abrirse jamás, cerrando aquellas que estén en servicio.
- Comunique al Responsable de Seguridad la presencia de botellas de gas comprimido en la zona del incendio.
- En el caso de intervenir el Cuerpo de Bomberos en la extinción de un local en el que existan botellas de gases, se le advertirá de su existencia, situación y cantidad, así como del gas que contienen.
- Para el tratamiento de las botellas se seguirá en cada caso las instrucciones específicas del proveedor de gases.

19. MEDIDAS EN CASO DE FUGAS

La manipulación de gases puede tener lugar, básicamente, en dos circunstancias concretas: operando directamente con las botellas de gases a presión o bien con

una instalación fija que incluye una estación de expansión. En el primer caso las precauciones a tener en cuenta son mayores ya que implica una serie de operaciones que deben estar protocolizadas: fijación de la botella, purga, conexión, apertura del grifo, operaciones con el manorreductor, etc., y que se realizan más frecuentemente que cuando se dispone de una instalación de gases.

- Aproximarse a la botella siempre con el viento (o la corriente de aire a la espalda).
- Verificar que el gas no se ha encendido.
- Cerrar el grifo si es posible.
- Trasladar la botella con fuga a un espacio abierto, fuera del alcance de personas e instalaciones.
- Si no se trata de oxígeno o un gas inerte avisar a los bomberos.
- Señalizar la zona con la indicación de peligro correspondiente, impidiendo el acceso de personas, vehículos, focos de ignición, según sea el caso.
- Controlar permanentemente la botella hasta su vaciado.
- Avisar al proveedor.

Si la fuga tiene lugar en una instalación, se recomienda:

- Cerrar los grifos de la botella o botellas conectadas a la instalación.
- Comunicar la incidencia al responsable de la instalación o del laboratorio para recabar instrucciones.
- Estudiar la conveniencia de actuaciones de emergencia: evacuación, aviso a los bomberos, aislamiento del área, etc.
- Purgar la instalación con un gas inerte antes de proceder a la reparación.
- Realizar la reparación, siempre con la garantía de que la instalación no se halla bajo presión.
- Comprobar que la fuga ha sido reparada; cuando sea posible hacerlo empleando aire o un gas inerte.
- Poner en marcha otra vez la instalación, con los purgados previos que ello requiera [5].

20. MEDIDAS ESPECÍFICAS DE PRIMEROS AUXILIOS PARA LOS GASES UTILIZADOS EN LABORATORIOS

20.1 Acetileno

- **Inhalación:**

1. Elimine fuentes de ignición y ventile la zona, lleve la víctima al aire fresco.
2. Observe la respiración y el pulso. Si respira con dificultad, administre oxígeno. Si no respira, personal capacitado debe suministrar respiración artificial. Si no tiene pulso despeje las vías respiratorias y provea reanimación cardiopulmonar (RCP).
3. La aplicación de oxígeno, la respiración asistida y la RCP sólo pueden ser realizadas por personal capacitado, preferiblemente bajo supervisión médica.
4. Traslade a un centro médico de inmediato.



- **Contacto con los ojos:**

1. No se requieren primeros auxilios por exposición al gas.
2. Si se presenta contacto con el líquido del interior del cilindro lave de inmediato con abundante agua a baja presión, preferiblemente tibia, durante por lo menos 10 minutos o hasta que cese la irritación.
3. Mantenga los párpados separados. Obtenga ayuda médica de inmediato.

- **Contacto con la piel:**

1. Si hay contacto con el líquido del interior de los acumuladores (acetona con acetileno disuelto), lave con abundante agua tibia durante 5 minutos, retire la ropa contaminada y repita el lavado si persiste la irritación.
2. Obtenga ayuda médica.

- **Medidas para extinción de incendios:**

Consideraciones especiales:

Las extremadamente inflamable. Forma mezclas explosivas con o sin el aire. Espontáneamente combustible a presiones superiores a 30 psi (2 atm). Requiere muy baja energía de ignición, por tanto fuegos extinguidos sin detener la fuga pueden reencenderse fácilmente con posible fuerza explosiva. El acetileno puro puede estallar dentro de un contenedor a presión y temperaturas altas. Arde con llama intensamente caliente. Reacciona con metales para formar compuestos explosivos.

Procedimiento:

Si hay un tanque o carro tanque involucrado, evacúe en 1600 metros. Acérquese al incendio en la dirección del viento. No intente extinguir una fuga que esté ardiendo, a menos que pueda detener el escape. En algunos casos

y en forma cuidadosa puede utilizar dióxido de carbono o polvo químico para apagar el fuego para acceso inmediato con el fin de cerrar las válvulas y cortar el flujo de gas. Si no es posible detener la fuga, permita que el fuego se extinga por sí solo. Enfríe los cilindros expuestos con corriente de agua concentrándose en las porciones secas, y retírelos si puede hacerlo sin peligro. Si esto no es posible, utilice soportes para las mangueras y retírese del área. Si los cilindros están calientes no deben moverse.

Medios de extinción apropiados:

Pequeños: Polvo químico seco, CO₂.

Grandes: agua en forma de rocío o niebla, espuma regular.

- **Medidas para escape accidental:**

Aísle el área del escape a 100 metros en todas direcciones. Elimine toda fuente de ignición, los equipos utilizados deben estar conectados a tierra. Ventile completamente la zona. Si la fuga es grande, utilice agua en forma de rocío para dispersar los vapores. Localice la fuga con ayuda de agua jabonosa, nunca con llamas abiertas. Si no existe riesgo detenga la fuga cerrando válvulas o aplicando sellante adecuado. Si no es posible detener una fuga en cilindro, retire éste hacia un área abierta y alejada de personal y abra parcialmente la válvula de manera que el gas salga a velocidad moderada; aísle la zona y coloque señales de advertencia. Una vez vaciado el cilindro cierre su válvula; márkelo como defectuoso y retórnelo al proveedor.

- **Controles de exposición, protección personal:**



Use gafas de seguridad o monogafas.



Traje de material no combustible y antiestático.
En caso de emergencia debe usar traje completo tipo Reflector® o equivalente.



Si la concentración de oxígeno en el aire es inferior al 19,5% en volumen, equipo de respiración autocontenido o respirador con línea de aire, media máscara [6].

20.2 Argón

- **Inhalación:**

Salir al aire libre. Si la respiración es dificultosa o se detiene, proporcione respiración asistida. Se puede suministrar oxígeno suplementario. En caso de complicaciones médicas, trasladar a centro asistencial de salud más cercano.



- **Contacto con los ojos:**

No aplica.

- **Contacto con la piel:**

No aplica.

- **Medidas para el combate contra incendios:**

Agentes de extinción:

Se pueden utilizar todos los medios de extinción conocidos.

Peligros específicos asociados:

Ante la exposición al calor intenso o fuego, el cilindro se vaciará rápidamente y/o se romperá violentamente. Mantener los envases y los alrededores fríos con agua pulverizada.

Métodos específicos de extinción:

Gas inerte, no sostiene la combustión. Alejarse del envase y enfriarlo con agua desde un lugar protegido. Mantener fríos los cilindros adyacentes mediante pulverización con gran cantidad de agua hasta que el fuego se extinga por sí solo.

- **Medidas para controlar derrames o fugas:**

Precauciones personales:

Ventilar la zona y realizar monitoreo de atmósferas antes de ingresar al área. Equipo de protección: Vestimenta estándar de bomberos (incluido equipo de respiración autónomo).

Procedimiento de emergencia:

Nunca entrar en un espacio confinado u otra área, donde la concentración de oxígeno pueda ser inferior al 19,5%. Frente a emergencias con gases además de monitorear la atmosfera circundante, se recomienda utilizar en todo momento protección respiratoria del tipo equipo de respiración autónomo [7].

20.3 Dióxido de carbono

- **Inhalación:**

Salir al aire libre. Si la respiración es dificultosa o se detiene, proporcione respiración asistida. Se puede suministrar oxígeno suplementario. En caso de complicaciones médicas, trasladar a centro asistencial de salud más cercano.



- **Contacto con la piel:**

Lavar la parte congelada con abundante agua. No quitar la ropa. Cubrir la herida con vendaje esterilizado.

- **Contacto con los ojos:**

En caso de contacto con los ojos, lávelos inmediatamente con abundante agua y acuda al centro médico más cercano. Manténgase el ojo bien abierto mientras se lava.

- **Medidas para combate contra incendios:**

Agentes de extinción:

Se pueden utilizar todos los medios de extinción conocidos

Peligros específicos asociados:

Ante la exposición al calor intenso o fuego, el cilindro se vaciara rápidamente y/o se romperá violentamente. Mantener los envases y los alrededores fríos con agua pulverizada.

Métodos específicos de extinción:

Gas inerte, no sostiene la combustión. Alejarse del envase y enfriarlo con agua desde un lugar protegido. Mantener fríos los cilindros adyacentes mediante pulverización con gran cantidad de agua hasta que el fuego se extinga por sí solo.

- **Medidas para controlar derrames o fugas:**

Precauciones personales:

Ventilar la zona y realizar monitoreo de atmósferas antes de ingresar al área.

Procedimiento de emergencia:

Nunca entrar en un espacio confinado u otra área, donde la concentración de oxígeno pueda ser inferior al 19,5%. Frente a emergencias con gases además de monitorear la atmósfera circundante, se recomienda utilizar en todo momento protección respiratoria del tipo equipo de respiración autónomo [8].

20.4 Helio

- **Inhalación:**

Retirar a la víctima a un área no contaminada llevando colocado el equipo de respiración autónoma. Mantener a la víctima caliente y en reposo. Si la respiración es dificultosa o se detiene, proporcione respiración asistida. Se puede suministrar oxígeno suplementario. En caso de complicaciones médicas, trasladar a centro asistencial de salud más cercano.



- **Contacto con la piel:**

No aplicable.

- **Contacto con los ojos:**

No aplicable

- **Medidas para combate contra incendios:**

Agentes de extinción:

Se pueden utilizar todos los medios de extinción conocidos.

Peligros específicos asociados:

Ante la exposición al calor intenso o fuego, el cilindro se vaciará rápidamente y/o se romperá violentamente. Mantener los envases y los alrededores fríos con agua pulverizada.

Métodos específicos de extinción:

Gas inerte, no sostiene la combustión. Alejarse del envase y enfriarlo con agua desde un lugar protegido. Mantener fríos los cilindros adyacentes mediante pulverización con gran cantidad de agua hasta que el fuego se extinga por sí solo.

- **Medidas para controlar derrames o fugas:**

Precauciones personales:

Ventilar la zona y realizar monitoreo de atmósferas antes de ingresar al área.

Procedimiento de emergencia:

Nunca entrar en un espacio confinado u otra área, donde la concentración de oxígeno pueda ser inferior al 19,5%. Frente a emergencias con gases además de monitorear la atmósfera circundante, se recomienda utilizar en todo momento protección respiratoria del tipo equipo de respiración autónomo [9].

20.5 Hidrógeno

- **Inhalación:**

En caso de dificultad respiratoria, suministrar oxígeno. Salir al aire libre. Si la respiración es dificultosa o se detiene, proporcione respiración asistida. Si se detiene el corazón, el personal capacitado debe comenzar de inmediato la reanimación cardiopulmonar. Buscar asistencia médica inmediata.



- **Contacto con la piel:**

No aplicable.

- **Contacto con los ojos:**

No aplicable

- **Medidas para combate contra incendios:**

Agentes de extinción:

Usar medios de extinción adecuados para el incendio.

Agentes de extinción inapropiados:

Dióxido de Carbono.

Peligros específicos asociados:

Ante la exposición al calor intenso o fuego, el cilindro se vaciará rápidamente y/o se romperá violentamente. Mantener los envases y los alrededores fríos con agua pulverizada. Inflamable por electricidad estática. Arde con llama invisible. El gas es más ligero que el aire y puede acumularse en las partes altas de espacios cerrados.

Métodos específicos de extinción:

Extinguir el incendio sólo cuando la fuga de gas pueda ser detenida. Si es posible, cortar la fuente de gas y dejar que el incendio se extinga por sí solo. Se puede producir la reignición espontánea. Alejarse del envase y enfriarlo con agua desde un lugar protegido. Mantener fríos los cilindros adyacentes mediante pulverización con gran cantidad de agua hasta que el fuego se extinga por sí solo.

- **Medidas para controlar derrames o fugas:**

Precauciones personales:

Evacuar el personal a zonas seguras. Retirar todas las fuentes de ignición del área.

Procedimiento de emergencia:

Nunca entrar en un espacio confinado u otra área, donde la concentración del gas inflamable es superior al 10% de su nivel inferior de inflamabilidad. Ventilar la zona y realizar monitoreos atmosféricos permanentes [10].

20.6 Nitrógeno**• Inhalación:**

Retirar a la víctima a un área no contaminada llevando colocado el equipo de respiración autónoma. Mantener a la víctima caliente y en reposo. Si la respiración es dificultosa o se detiene, proporcione respiración asistida. Se puede suministrar oxígeno suplementario. En caso de complicaciones médicas, trasladar a centro asistencial de salud más cercano.

**• Contacto con la piel:**

No aplicable.

• Contacto con los ojos:

No aplicable.

• Medidas para combate contra incendios:**Agentes de extinción:**

Se pueden utilizar todos los medios de extinción conocidos.

Peligros específicos asociados:

Ante la exposición al calor intenso o fuego, el cilindro se vaciará rápidamente y/o se romperá violentamente. Mantener los envases y los alrededores fríos con agua pulverizada.

Métodos específicos de extinción:

Gas inerte, no sostiene la combustión. Alejarse del envase y enfriarlo con agua desde un lugar protegido. Mantener fríos los cilindros adyacentes mediante pulverización con gran cantidad de agua hasta que el fuego se extinga por sí solo.

• Medidas para controlar derrames o fugas:**Precauciones personales:**

Ventilar la zona y realizar monitoreo de atmósferas antes de ingresar al área.

Procedimiento de emergencia:

Nunca entrar en un espacio confinado u otra área, donde la concentración de oxígeno pueda ser inferior al 19,5%. Frente a emergencias con gases además

de monitorear la atmósfera circundante, se recomienda utilizar en todo momento protección respiratoria del tipo equipo de respiración autónomo [11].

20.7 Óxido nítrico

- **Inhalación:**

Retirar a la víctima a un área no contaminada llevando colocado el equipo de respiración autónoma. Mantener a la víctima caliente y en reposo. Si la respiración es dificultosa o se detiene, proporcione respiración asistida. En caso de complicaciones médicas, trasladar a centro asistencial de salud más cercano.



- **Contacto con la piel:**

En caso de congelación asegurar el tratamiento médico inmediato.

- **Contacto con los ojos:**

Pedir consejo médico de inmediato.

- **Medidas para combate contra incendios:**

Agentes de extinción:

Se pueden utilizar todos los medios de extinción conocidos.

Peligros específicos asociados:

Ante la exposición al calor intenso o fuego, el cilindro se vaciará rápidamente y/o se romperá violentamente. Oxidante. Mantiene la combustión vigorosamente. Puede reaccionar violentamente con materiales combustibles. Algunos materiales no inflamables en el aire pueden ser inflamables con la presencia de un oxidante. Alejarse del envase y enfriarlo con agua desde un lugar protegido. Mantener los cilindros fríos mediante pulverización de gran cantidad de agua hasta que el fuego se apague. Si es posible, detener el caudal de producto.

Métodos específicos de extinción:

Alejarse del envase y enfriarlo con agua desde un lugar protegido. Mantener fríos los cilindros adyacentes mediante pulverización con gran cantidad de agua hasta que el fuego se extinga por sí solo.

- **Medidas para controlar derrames o fugas:**

Precauciones personales:

Ventilar la zona y realizar monitoreo de atmósferas antes de ingresar al área.

Procedimiento de emergencia:

Nunca entrar en un espacio confinado u otra área, donde la concentración de Óxido Nitroso pueda ser inferior al 19,5% o superior al 23%. Frente a emergencias con gases además de monitorear la atmósfera circundante, se recomienda utilizar en todo momento protección respiratoria del tipo equipo de respiración autónomo [12].

20.8 Oxígeno

- **Inhalación:**

Retirar a la víctima a un área no contaminada llevando colocado el equipo de respiración autónoma. Mantener a la víctima caliente y en reposo. Si la respiración es dificultosa o se detiene, proporcione respiración asistida. En caso de complicaciones médicas, trasladar a centro asistencial de salud más cercano.



- **Contacto con la piel:**

No aplicable.

- **Contacto con los ojos:**

No aplicable.

- **Medidas para combate contra incendios:**

Agentes de extinción:

Se pueden utilizar todos los medios de extinción conocidos.

Peligros específicos asociados:

Ante la exposición al calor intenso o fuego, el cilindro se vaciará rápidamente y/o se romperá violentamente. Oxidante. Mantiene la combustión vigorosamente. Puede reaccionar violentamente con materiales combustibles. Algunos materiales no inflamables en el aire pueden ser inflamables con la presencia de un oxidante. Alejarse del envase y enfriarlo con agua desde un lugar protegido. Mantener los cilindros fríos mediante pulverización de gran cantidad de agua hasta que el fuego se apague. Si es posible, detener el caudal de producto.

Métodos específicos de extinción:

Alejarse del envase y enfriarlo con agua desde un lugar protegido. Mantener fríos los cilindros adyacentes mediante pulverización con gran cantidad de agua hasta que el fuego se extinga por sí solo.

- **Medidas para controlar derrames o fugas:**

Precauciones personales:

Ventilar la zona y realizar monitoreo de atmósferas antes de ingresar al área.

Procedimiento de emergencia:

Nunca entrar en un espacio confinado u otra área, donde la concentración de oxígeno pueda ser inferior al 19,5% o superior al 23%. Frente a emergencias con gases además de monitorear la atmósfera circundante, se recomienda utilizar en todo momento protección respiratoria del tipo equipo de respiración autónomo [13].

20.9 Metano

- **Inhalación:**

En caso de dificultad respiratoria, dar oxígeno. Salir al aire libre. Si la respiración es dificultosa o se detiene, proporcione respiración asistida. Se puede suministrar oxígeno suplementario. Si se detiene el corazón, el personal capacitado debe comenzar de inmediato la resucitación cardiopulmonar. Pedir consejo médico.



- **Contacto con la piel:**

No se esperan efectos adversos de este producto. EN CASO DE exposición manifiesta o presunta: Consultar a un médico.

- **Contacto con los ojos:**

En caso de contacto directo con los ojos, busque asistencia médica.

- **Medidas para el combate contra incendios:**

Agentes de extinción:

Usar medios de extinción adecuados para el incendio.

Agentes de extinción inapropiados:

Dióxido de Carbono.

Peligros específicos asociados:

Los productos de combustión pueden ser tóxicos. Ante la exposición al calor intenso o fuego, el cilindro se vaciará rápidamente y/o se romperá violentamente. Mantener los envases y los alrededores fríos con agua pulverizada. Extinguir el incendio sólo cuando la fuga de gas pueda ser detenida. Si es posible, cortar la fuente del gas y dejar que el incendio se extinga por sí solo. No extinguir una fuga de gas inflamada si no es absolutamente necesario. Se puede producir la reignición espontánea explosiva. Extinguir los otros fuegos. Alejarse del envase y enfriarlo con agua desde un lugar protegido. Mantener fríos los cilindros adyacentes mediante pulverización con gran cantidad de agua hasta que el fuego se extinga por sí solo. En caso de que las llamas sean extinguidas accidentalmente, puede

producirse una reignición explosiva, y por eso deben tomarse las medidas necesarias; p.ej: la evacuación total para proteger a las personas de los fragmentos del cilindro y del humo tóxico en caso de ruptura.

Métodos específicos de extinción:

Extinguir el incendio sólo cuando la fuga de gas pueda ser detenida. Si es posible, cortar la fuente de gas y dejar que el incendio se extinga por sí solo. Se puede producir la reignición espontánea. Alejarse del envase y enfriarlo con agua desde un lugar protegido. Mantener fríos los cilindros adyacentes mediante pulverización con gran cantidad de agua hasta que el fuego se extinga por sí solo.

- **Medidas para controlar derrames o fugas:**

Precauciones personales:

Evacuar a zonas seguras

Procedimientos de emergencia:

Evacuar el personal a zonas seguras. Retirar todas las fuentes de ignición. Nunca entrar en un espacio confinado u otra área, donde la concentración del gas inflamable es superior al 10% de su nivel inferior de inflamabilidad. Ventilar la zona [14].

20.10 Etileno

- **Inhalación:**

Salir al aire libre. Si la respiración es dificultosa o se detiene, proporcione respiración asistida. Se puede suministrar oxígeno suplementario. Si se detiene el corazón, el personal capacitado debe comenzar de inmediato la resucitación cardiopulmonar. No es recomendable la reanimación boca a boca. Utilice una barrera protectora. En caso de inconsciencia, mantener en posición ladeada y pedir consejo médico. En caso de dificultad respiratoria, dar oxígeno. Consultar con el médico.



- **Contacto con la piel:**

No aplicable.

- **Contacto con los ojos:**

No aplicable

- **Medidas para el combate contra incendios:**

Agentes de extinción:

Usar medios de extinción adecuados para el incendio.

Agentes de extinción inapropiados:

Dióxido de Carbono.

Peligros específicos asociados:

Ante la exposición al calor intenso o fuego, el cilindro se vaciara rápidamente y/o se romperá violentamente. Mantener los envases y los alrededores fríos con agua pulverizada. Puede soportar la combustión.

Métodos específicos de extinción:

Extinguir el incendio sólo cuando la fuga de gas pueda ser detenida. Si es posible, cortar la fuente de gas y dejar que el incendio se extinga por sí solo. Se puede producir la reignición espontánea. Alejarse del envase y enfriarlo con agua desde un lugar protegido. Mantener fríos los cilindros adyacentes mediante pulverización con gran cantidad de agua hasta que el fuego se extinga por sí solo.

- **Medidas para el control de derrames o fugas:**

Precauciones personales:

Ventilar la zona.

Procedimiento de emergencia:

Nunca entrar en un espacio confinado u otra área, donde la concentración de oxígeno pueda ser inferior al 19,5%. Frente a emergencias con gases además de monitorear la atmósfera circundante, se recomienda utilizar en todo momento protección respiratoria del tipo equipo de respiración autónomo [15].

20.11 Monóxido de carbono

- **Inhalación:**

Salir al aire libre. Si la respiración es dificultosa o se detiene, proporcione respiración asistida. Se puede suministrar oxígeno suplementario. Si se detiene el corazón, el personal capacitado debe comenzar de inmediato la resucitación cardiopulmonar. En caso de inconsciencia, mantener en posición ladeada y pedir consejo médico. En caso de dificultad respiratoria, dar oxígeno. Consultar con el médico.



- **Contacto con la piel:**

No aplicable.

- **Contacto con los ojos:**
No se considera como vía potencial de exposición.
- **Efectos agudos previstos:**
Su inhalación puede causar edema pulmonar y neumonía. Tos, irritación de garganta y del conducto nasal. Aplicar inmediatamente los tratamientos de primeros auxilios adecuados. Ver las advertencias médicas antes de utilizar el producto. Tos, dolor de cabeza y náuseas en caso de exposición.
- **Medidas para combate contra incendios:**
Agentes de extinción:
Usar medios de extinción adecuados para el incendio.

Peligros específicos asociados:

Ante la exposición al calor intenso o fuego, el cilindro se vaciará rápidamente y/o se romperá violentamente. Mantener los envases y los alrededores fríos con agua pulverizada. Puede soportar la combustión.

Métodos específicos de extinción:

Extinguir el incendio sólo cuando la fuga de gas pueda ser detenida. Si es posible, cortar la fuente de gas y dejar que el incendio se extinga por sí solo. Se puede producir la reignición espontánea. Alejarse del envase y enfriarlo con agua desde un lugar protegido. Mantener fríos los cilindros adyacentes mediante pulverización con gran cantidad de agua hasta que el fuego se extinga por sí solo.

- **Medidas para controlar derrames o fugas:**

Precauciones personales:

Ventilar la zona

Procedimiento de emergencia:

Nunca entrar en un espacio confinado u otra área, donde la concentración de oxígeno pueda ser inferior al 19,5%. Frente a emergencias con gases además de monitorear la atmósfera circundante, se recomienda utilizar en todo momento protección respiratoria del tipo equipo de respiración autónomo [16].

20.12 Dióxido de azufre

- **Inhalación:**
Salir al aire libre. Si la respiración es dificultosa o se detiene, proporcione respiración asistida. Se puede suministrar oxígeno suplementario. Si se detiene el corazón, el personal capacitado debe comenzar de inmediato la resucitación cardiopulmonar. No es recomendable la reanimación boca a boca. Utilice una barrera protectora. En caso de inconsciencia, mantener en

posición ladeada y pedir consejo médico. En caso de dificultad respiratoria, dar oxígeno. Consultar con el médico.



- **Contacto con la piel:**

Enjuagar con gran cantidad de agua hasta que el tratamiento médico esté disponible. Es necesario un tratamiento médico inmediato ya que las corrosiones de la piel no tratadas son heridas difíciles y lentas de cicatrizar.

- **Contacto con los ojos:**

En caso de contacto con los ojos, lávenlos inmediata y abundantemente con agua y acúdase a un médico. Manténgase el ojo bien abierto mientras se lava.

- **Efectos agudos previstos:**

Su inhalación puede causar edema pulmonar y neumonía. Tos, irritación de garganta y del conducto nasal. Puede causar graves quemaduras químicas en la piel. Aplicar inmediatamente los tratamientos de primeros auxilios adecuados. Ver las advertencias médicas antes de utilizar el producto. Tos, dolor de cabeza y náuseas en caso de exposición.

- **Medidas para combate contra incendios:**

Agentes de extinción:

Usar medios de extinción adecuados para el incendio.

Peligros específicos asociados:

Ante la exposición al calor intenso o fuego, el cilindro se vaciará rápidamente y/o se romperá violentamente. Mantener los envases y los alrededores fríos con agua pulverizada. Puede soportar la combustión.

Métodos específicos de extinción:

Extinguir el incendio sólo cuando la fuga de gas pueda ser detenida. Si es posible, cortar la fuente de gas y dejar que el incendio se extinga por sí solo. Se puede producir la reignición espontánea. Alejarse del envase y enfriarlo con agua desde un lugar protegido. Mantener fríos los cilindros adyacentes mediante pulverización con gran cantidad de agua hasta que el fuego se extinga por sí solo.

- **Medidas para controlar derrames o fugas:**

Precauciones personales:

Ventilar la zona.

Procedimiento de emergencia:

Nunca entrar en un espacio confinado u otra área, donde la concentración de oxígeno pueda ser inferior al 19,5%. Frente a emergencias con gases además de monitorear la atmósfera circundante, se recomienda utilizar en todo momento protección respiratoria del tipo equipo de respiración autónomo [17].

20.13 Amoniaco

- **Inhalación:**

Salir al aire libre. Si la respiración es dificultosa o se detiene, proporcione respiración asistida. Se puede suministrar oxígeno suplementario. Si se detiene el corazón, el personal capacitado debe comenzar de inmediato la resucitación cardiopulmonar. No es recomendable la reanimación boca a boca. Utilice una barrera protectora. En caso de inconsciencia, mantener en posición ladeada y pedir consejo médico. En caso de dificultad respiratoria, dar oxígeno. Consultar con el médico.



- **Contacto con la piel:**

Enjuagar con gran cantidad de agua hasta que el tratamiento médico esté disponible. Es necesario un tratamiento médico inmediato ya que las corrosiones de la piel no tratadas son heridas difíciles y lentas de cicatrizar.

- **Contacto con los ojos:**

En caso de contacto con los ojos, lávenlos inmediata y abundantemente con agua y acuda a un médico. Manténgase el ojo bien abierto mientras se lava.

- **Efectos agudos previstos:**

Su inhalación puede causar edema pulmonar y neumonía. Tos, irritación de garganta y del conducto nasal. Puede causar graves quemaduras químicas en la piel. Aplicar inmediatamente los tratamientos de primeros auxilios adecuados. Ver las advertencias médicas antes de utilizar el producto. Tos, dolor de cabeza y náuseas en caso de exposición.

- **Medidas para combate contra incendios:**

 - **Agentes de extinción:**

 - Usar medios de extinción adecuados para el incendio.

Peligros específicos asociados:

Ante la exposición al calor intenso o fuego, el cilindro se vaciará rápidamente y/o se romperá violentamente. Mantener los envases y los alrededores fríos con agua pulverizada. Puede soportar la combustión.

Métodos específicos de extinción:

Extinguir el incendio sólo cuando la fuga de gas pueda ser detenida. Si es posible, cortar la fuente de gas y dejar que el incendio se extinga por sí solo. Se puede producir la reignición espontánea. Alejarse del envase y enfriarlo con agua desde un lugar protegido. Mantener fríos los cilindros adyacentes mediante pulverización con gran cantidad de agua hasta que el fuego se extinga por sí solo.

- **Medidas para controlar derrames o fugas:**

Precauciones personales:

Ventilar la zona.

Procedimiento de emergencia:

Nunca entrar en un espacio confinado u otra área, donde la concentración de oxígeno pueda ser inferior al 19,5%. Frente a emergencias con gases además de monitorear la atmósfera circundante, se recomienda utilizar en todo momento protección respiratoria del tipo equipo de respiración autónomo [18].

20.14 Gas licuado de petróleo

- **Peligros potenciales:**

En la eventualidad de un escape de GLP tenga en cuenta en todo momento:

1. Es inflamable que fácilmente se encenderá por calor, chispas o llamas.
2. Formarán mezclas explosivas con el aire.
3. Inicialmente para los gases licuados son más densos que el aire y se esparcirán a través del piso.
4. En el caso del propano, los gases tienden a acumularse a nivel de suelo o en alcantarillas. Retirar toda fuente de ignición.
5. Los vapores pueden viajar a una fuente de incendio y regresar en llamas.
6. Los contenedores pueden explotar cuando se calientan.



- **Procedimiento para emergencia por escape:**

Inicio de la emergencia:

Esta sustancia, originalmente, no tiene olor; por ello quienes envasan estos gases agregan sustancias de olor desagradable (por ejemplo, mercaptanos, que contienen azufre) para poder advertir la presencia del gas en la atmósfera.

Es importante aprender a reconocer el olor con el fin de determinar si éste se está escapando de una manera poco usual; como elemento de ayuda, también se pueden instalar los sensores.

Cuando el olor es permanente y fácilmente perceptible en los alrededores de las áreas donde se maneja el gas, es posible que exista una fuga. Esto puede verificarse por medio del explosímetro.
En este momento se activa la emergencia.

Durante la emergencia:

Una vez activada la emergencia se evacuará a 800 m en todas las direcciones, distancia sugerida para grandes escapes. La evacuación se realiza de pie, ya que el gas es más pesado que el aire y tiende a acumularse en las zonas bajas. Posteriormente el comité de emergencias designará el personal que deberá atender la emergencia:

- Antes de realizar cualquier procedimiento se eliminan todas las fuentes de ignición. Es necesario cortar todo flujo de energía y evitar que haya fuentes de calor o chispa. Por tanto, estará prohibido fumar, utilizar celulares, prender motores, etc. El comité asigna unas personas para colocar la cinta amarillo y negro con el fin de demarcar el área y restringir el paso. No podrán ingresar o pasar personas, vehículos, etc.
- Todo material que pueda agravar la situación en caso de incendio o explosión, debe ser retirado (materiales peligrosos, cartón, madera, aceites, etc.)
- Si la fuga ocurre en un lugar cerrado, es necesario ventilar el área exhaustivamente y con equipos anti chispa.
- Mínimo dos personas debidamente capacitadas e informadas acerca de las propiedades del propano, se colocan traje de acercamiento al fuego y equipo de respiración autónoma, dotadas con extintores apropiados (por ejemplo, polvo químico seco).
- Se revisa la instalación del gas, bien sea tubería o válvula, y con agua jabonosa se intenta detectar el lugar de la fuga.
- Se señala el punto de la fuga y se cierran las válvulas o registros (cortar el flujo), en caso de que esto sea útil para evitar que siga escapando el gas. Cualquier falla al detener la fuga puede ocasionar graves problemas posteriores; por tal razón, debe asegurarse que el gas no queda escapando.

- Si la fuga se presenta en una tubería o superficie del tanque, se puede reparar utilizando pasta especial. Sin embargo, así logre detenerse la fuga, es indispensable llamar al proveedor o al cuerpo de bomberos, para que realicen la desconexión correspondiente lo antes posible.

- En caso de que el daño sea en una válvula, también es necesario que se dé aviso al proveedor de inmediato para que realice las reparaciones correspondientes.

- Si existen personas afectadas (asfixiadas), se designa personal y un lugar para su atención y estabilización. Este lugar debe estar ubicado fuera del área demarcada.

- Puede ser necesario vigilar todo el tiempo la explosividad del ambiente, para lo cual se utiliza el explosímetro. La emergencia sólo se termina cuando a concentración de gases se encuentre por debajo del 50% del límite inferior de explosividad (menos del 1%).

Después de la emergencia

El comité se reúne para evaluar la situación presentada y deberá buscar las causas o factores que se desencadenaron la emergencia y que permitirán tomar decisiones para posteriores acciones correctivas. Igualmente, se recuperarán los recursos utilizados para mantener el inventario en cantidad suficiente y disponible en caso de ser necesario.

- **Procedimiento para emergencia en caso de incendio:**

Este procedimiento requiere alto entrenamiento de la brigada o personal a cargo y es importante que la empresa defina hasta qué punto puede actuar o en caso contrario se opte por evacuar o esperar la ayuda de los bomberos.

Cuando arde un material combustible, cualquiera que este sea, al aire libre, es poco probable una explosión excepto que se puedan acumular gases. Sin embargo, al extinguir un fuego producido por el gas propano se debe tener la absoluta certeza de que se va a eliminar la fuga pues de lo contrario, se podría acumular gas en gran cantidad y provocar una explosión o un incendio mayor que el inicial.

Los tanques fijos disponen de válvulas de seguridad tales que en caso de un excesivo calentamiento la presión se eleva y se abren estas válvulas. El líquido contenido sufre entonces una brusca evaporación, lo que provoca su enfriamiento y descenso de presión, disminuyendo la probabilidad de presentarse una explosión. De todas formas, el mejor procedimiento a seguir para la extinción es cortar el flujo de gas.

Si la empresa cuenta con los recursos y la capacitación suficientes, sugerimos que la ayuda se limite al enfriamiento de los tanques con chorros de agua organizando la brigada en 2 ó 3 grupos de relevo, hasta que el cuerpo de bomberos se haga presente para extinguir el incendio. Para ello deben contar con un hidrante, manguera suficiente, trajes de penetración (bombero) y capacitación suficiente en tales procedimientos. Esto es debido a que el éxito de la actividad depende de la precisión que se tenga al momento de detener la fuga; si esto no se puede asegurar es mejor dejar arder y controlar la temperatura del tanque. El control de la emergencia una vez apagado el fuego es crítico toda vez que puede no haber disminuido el riesgo.

Si un tanque grande está incendiado debe realizarse una evacuación y aislamiento de 1600 m.

- **Procedimiento para emergencia en caso de explosión:**

La explosión es el caso extremo y crítico en el manejo del GLP.

Antes:

Se recomienda evaluar la distancia de la onda explosiva para cada tanque, esto determinará las zonas más vulnerables y las instalaciones que podrían colapsar.

Como medida preventiva se sugiere colocar películas transparentes o cinta en los vidrios de las ventanas para evitar que la onda introduzca vidrios fragmentados a las instalaciones y reforzar las estructuras que sean más vulnerables por su cercanía a los tanques.

Durante la explosión las personas son muy vulnerables debido al impacto emocional y físico al que se ven sometidas, por ello si ocurre de manera imprevista no existe un procedimiento a seguir pues no habrá tiempo de actuar. Por lo anterior es de suma importancia toda actividad que se realice encaminada a prevenir un evento tan grave.

Después:

Si la estructura está muy colapsada y hay personas atrapadas, es mejor que esperen a ser rescatadas (en este sentido deben ser capacitadas) y no intentar forzar las salidas ya que ello puede ocasionar derrumbes de materiales. Si las personas se encuentran en áreas poco colapsadas deben reunirse en el punto de encuentro para su conteo y así establecer el número de personas atrapadas o lesionadas. Las labores que siguen corresponden al rescate y recuperación únicamente.

- **Primeros Auxilios**

1. Mueva la víctima a donde respire aire fresco.
2. Llamar a los servicios médicos de emergencia.
3. Aplicar respiración artificial si la víctima no respira.
4. Suministrar oxígeno si respira con dificultad.
5. Quitar y aislar la ropa y calzado contaminados.
6. La ropa congelada sobre la piel deberá descongelarse antes de ser quitada.
7. En caso de contacto con gas licuado, descongelar las partes con agua tibia.
8. Mantener a la víctima en reposo y con temperatura corporal normal.
9. Asegúrese que el personal médico tenga conocimiento de los materiales involucrados, y tomar las precauciones para protegerse a sí mismos [4].

21. MEDIDAS GENERALES DE PRIMEROS AUXILIOS EN ACCIDENTES CON GASES

Las medidas de emergencia a aplicar en los accidentes que estén involucrados gases están especificadas en las fichas de seguridad. En general, son de aplicación las siguientes instrucciones:

- La inhalación de gases inertes puede producir somnolencia o incluso una parada respiratoria. Facilite inmediatamente a la persona afectada aire fresco y, si es necesario, respiración artificial. Al aire fresco, la persona afectada debería permanecer abrigada y en un ambiente tranquilo.
- Si un gas corrosivo entra en contacto con la piel o los ojos, lave inmediatamente la zona afectada con agua abundante durante al menos 15 minutos.
- Los gases líquidos a temperaturas extremadamente bajas causan quemaduras de frío al contacto con la piel. En tales casos, lave las zonas afectadas con agua tibia.
- Consulte a un médico en todos estos casos [5].

BIBLIOGRAFÍA

- [1] Servicio de prevención de valencia CSIC. Seguridad en la manipulación de gases. Pág. 1-56.
- [2] Manual de gases INDURA. Pág. 1-50.
- [3] Qué es el GLP. Consultado el 6 de junio de 2020: <http://www.unigas.com.co/nosotros/que-es-glp>
- [4] Centro de Información de Sustancias Químicas. Emergencias y Medio Ambiente – CISTEMA. Condiciones de almacenamiento en tanques para GLP. Pág. 1-11
- [5] Manual de manejo de gases Messer ibérica. Pág. 1-8.
- [6] Ficha de seguridad del acetileno. Consultada 8 de junio de 2020: <https://www.arlsura.com/files/acetileno.pdf>
- [7] Ficha de seguridad del argón. Consultada 8 de junio de 2020: <http://www.cryogas.com.co/Descargar/Argón>
- [8] Ficha de seguridad del Dióxido de carbono. Consultada 8 de junio de 2020: <http://www.indura.cl/Descargar/Dióxido%20de%20Carbono>
- [9] Ficha de seguridad del Helio. Consultada 8 de junio de 2020: <http://www.indura.cl/Descargar/Helio>
- [10] Ficha de seguridad del Hidrógeno. Consultada 8 de junio de 2020: <http://www.indura.cl/Descargar/Hidrógeno>
- [11] Ficha de seguridad del Nitrógeno. Consultada 8 de junio de 2020: <http://www.indura.cl/Descargar/Nitrógeno>
- [12] Ficha de seguridad del Óxido nitroso. Consultada 8 de junio de 2020: <http://www.indura.cl/Descargar/Oxido%20Nitroso>
- [13] Ficha de seguridad del Oxígeno. Consultada 8 de junio de 2020: <http://www.indura.cl/Descargar/Oxígeno>
- [14] Ficha de seguridad del Metano. Consultada 8 de junio de 2020: <http://www.indura.cl/Descargar/Metano>
- [15] Ficha de seguridad del Etileno. Consultada 8 de junio de 2020: <http://www.cryogas.com.co/Descargar/Etileno>
- [16] Ficha de seguridad del Monóxido de carbono. Consultada 8 de junio de 2020: <http://www.indura.cl/Descargar/Monóxido%20de%20Carbono>
- [17] Ficha de seguridad del Dióxido de azufre. Consultada 8 de junio de 2020: <http://www.indura.cl/Descargar/Dioxio%20de%20Azufre>

[18] Ficha de seguridad del Amoniaco. Consultada 8 de junio de 2020:
<http://www.indura.cl/Descargar/Amoniaco>