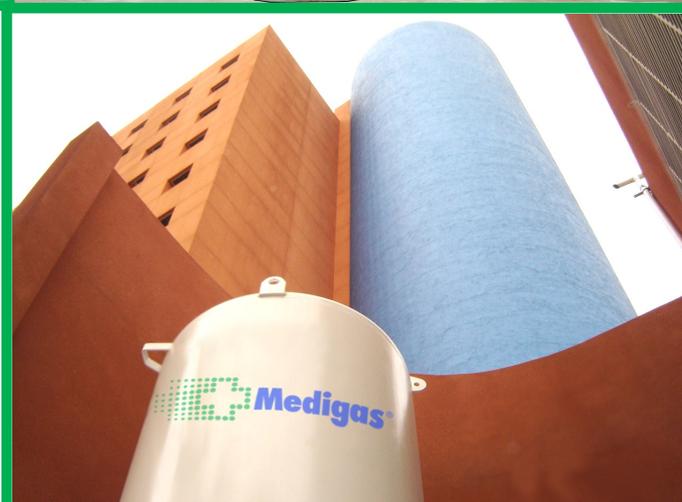
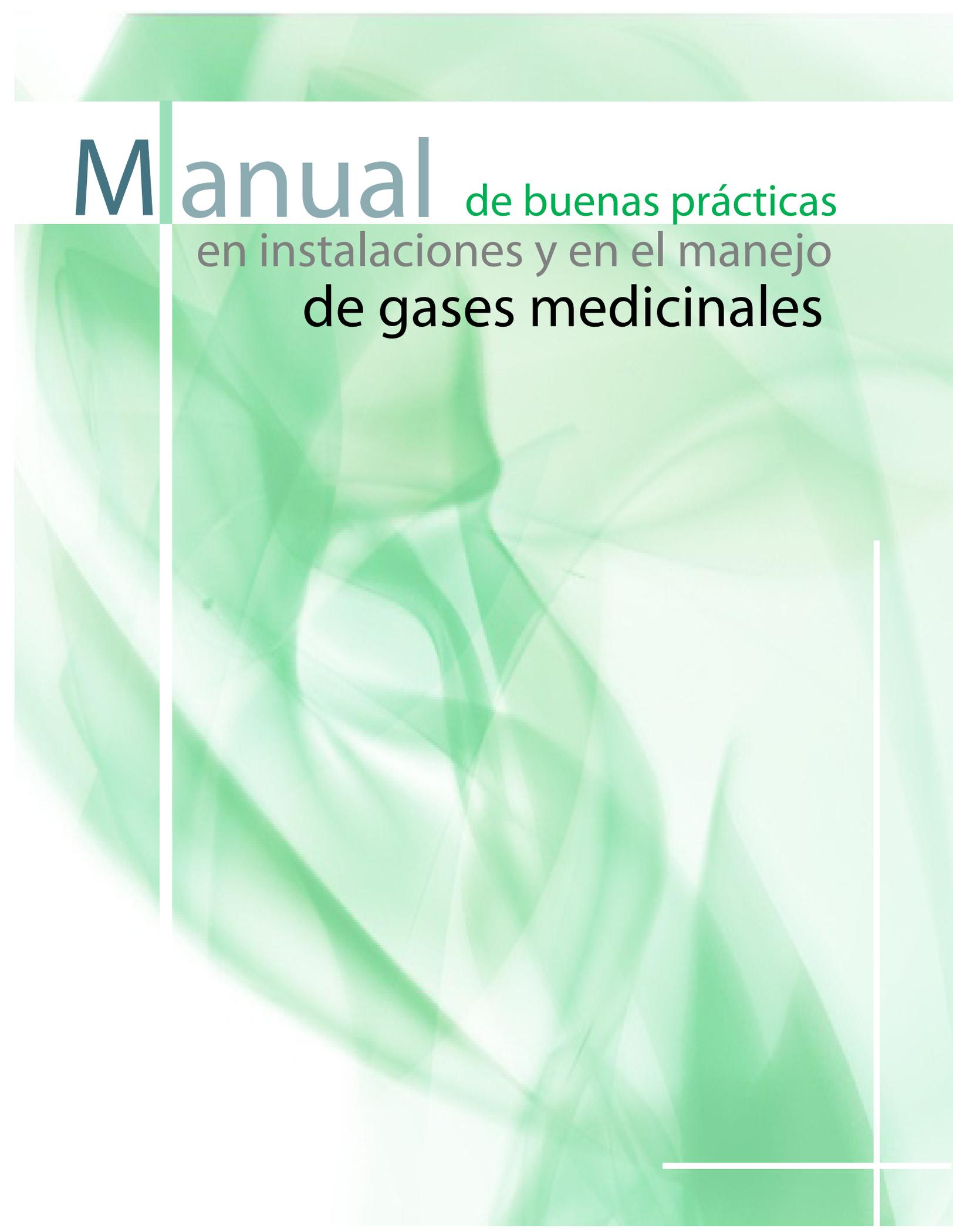




*Haciendo nuestro planeta más productivo*



**Manual de buenas prácticas**  
en instalaciones y en el manejo de gases medicinales.



# Manual de buenas prácticas en instalaciones y en el manejo de gases medicinales

El Manual de Buenas Prácticas en instalaciones y en el manejo de gases medicinales en establecimientos de atención médica proporciona información sobre el diseño, construcción, conservación y mantenimiento de la infraestructura, de las Instalaciones para suministro y distribución de gases medicinales en establecimientos de atención médica, y está aceptado en la NO M-016-SSA3-2012, que establece los requisitos mínimos de infraestructura y equipamiento de hospitales y consultorios de atención médica especializada.

## Secretaria

Dra. Mercedes Juan López

## Subsecretaría de Integración y Desarrollo del Sector Salud

Dr. Eduardo González Pier

## Subsecretaría de Prevención y Promoción de la Salud

Dr. Pablo Antonio Kuri Morales

## Subsecretaría de Administración y Finanzas

Lic. Marcela Guillermina Velasco González

## Dirección General de Calidad y Educación en Salud

Dr. Sebastián García Saisó

El uso de gases en cilindros en los establecimientos de atención médica data desde 1888, cuando “Liquid Carbonics of General Dynamics” introdujo el primer cilindro con gas. Desde entonces, la principal aplicación de gases ha sido apoyar los procesos oxidativos del organismo de la administración de oxígeno y disminuir tanto la percepción como la reacción al dolor con la administración de óxido nitroso, acompañado o no de otros gases anestésicos, logrando un importante avance en la terapéutica médica y quirúrgica. Sin embargo, como toda tecnología, implica ciertos riesgos que pueden traducirse en accidentes ocasionados por desconocer o no observar las medidas de seguridad pertinentes al gas que se maneja. Estos accidentes han ocasionado pérdidas materiales y, lo más lamentable, de vidas humanas.

En los años 30s, en los Estados Unidos de Norteamérica, durante la realización de cirugías se produjeron explosiones en las salas de operaciones. Tras investigaciones se determinó que el problema era ocasionado por la acumulación y descarga repentina de electricidad estática, lo que ocasionaba la combustión rápida de los gases anestésicos inflamables que se usaban.

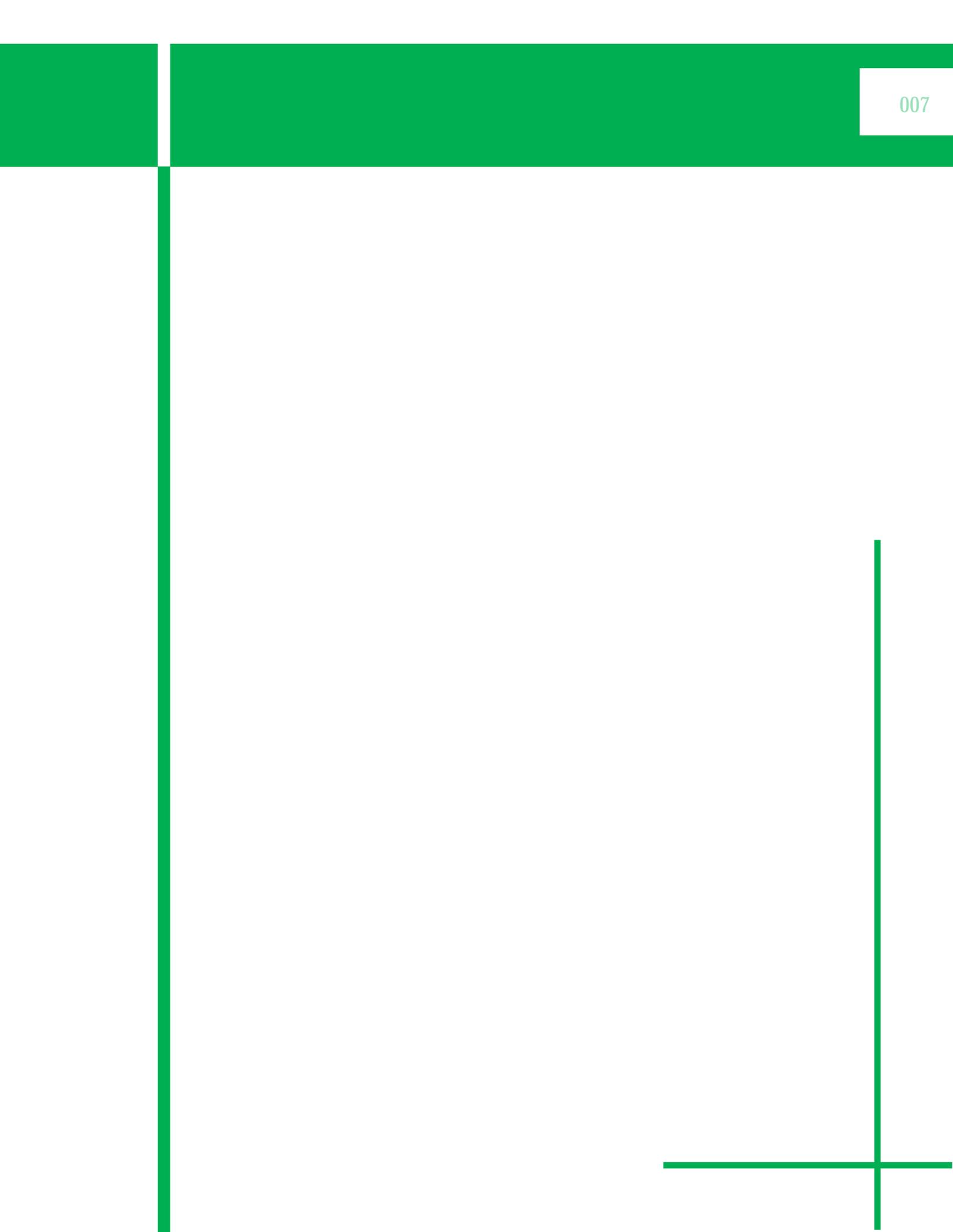
El registro de este tipo de incidentes llevó, por un lado, a la prohibición del uso de algunos gases anestésicos y, por el otro, a reglamentar la infraestructura de las salas de operaciones. Éstas debían tener pisos con materiales conductores conectados a tierra “aterrizados”, con instalaciones eléctricas especiales, enchufes polarizados y aterrizados, que disminuyen la generación y acumulación de electricidad estática. Incluso, se reguló el tipo de vestimenta aceptable dentro de las salas de operaciones. Además, se reglamentaron las condiciones para suministrar los gases en los hospitales.

Dicha reglamentación actualizada y adaptada a las condiciones del país, está expresada en la Ley General de Salud y en el Reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Prestación de Servicios de Atención Médica, que indica la elaboración, publicación y supervisión del cumplimiento de normas oficiales mexicanas como la NOM-016-SSA3-2012, que establece los requisitos mínimos de infraestructura y equipamiento para hospitales y consultorios de atención médica especializada, en la cual se presentan las características de las instalaciones para recepción, distribución y uso de gases.

El Manual de Buenas Prácticas apoya la información detallada; el debido cumplimiento y observancia de dicha norma, y encamina la capacitación del personal para disminuir los riesgos de accidentes y promover su eficiencia, repercutiendo en la calidad de la atención médica. Ha sido integrado por una comisión emanada del grupo que elaboró la NOM-016, constituida por representantes del sector salud, del industrial y del comercial, coordinados por la Subsecretaría de Regulación y Fomento Sanitario de la Secretaría de Salud.

1.0 Introducción.....	8
2.0 Aplicación.....	9
3.0 Objetivo.....	10
4.0 Marco Jurídico.....	11
5.0 Aspectos Generales.....	12
6.0 Glosario de Términos.....	13
7.0 Gases Medicinales.....	17
8.1 Oxígeno.....	17
8.1.1 Características Generales.....	17
8.1.2 Forma de Suministro.....	17
8.1.3 Cilindros.....	19
8.1.4 Manifold para Oxígeno.....	23
8.1.5 Procedimientos en el uso del Manifold 2x1 de Oxígeno.....	25
8.1.6 Recepción de Cilindros.....	30
8.1.6.1 MOVimiento de Cilindros.....	32
8.1.6.2 Preparación de los cilindros para su uso.....	33
8.1.6.3 Almacenamiento de cilindros.....	33
8.2 Óxido Nitroso.....	34
8.2.1 Características Generales.....	34
8.2.2 Forma de Suministro.....	34
8.2.3 Cilindros.....	35
8.2.4 Manifold para Óxido Nitroso.....	36
8.2.5 Procedimientos en el uso del Manifold (1x1) para Óxido Nitroso.....	37
8.2.5.1 Procedimiento de Instalación del Manifold.....	38
9.0 Central de Gases.....	41
9.1 Arreglo de Equipos.....	41
9.2 Distancia de Seguridad.....	42
9.3 Señalización.....	43
9.4 Revisión de la Operación en la Central de Gases.....	44

10.0 Incremento de Capacidad para Suministro. ....	45
10.1 De Oxígeno. ....	45
10.1.1 Termos Portátiles. ....	46
10.1.1.1 Descripción de la Operación de un Termo Portátil. ....	49
10.2 De Óxido Nitroso. ....	50
10.3 Señalamientos Básicos de Seguridad. ....	51
10.4 Partes y Componentes de un Manifold. ....	52
10.5 Operación del Manifold para Oxígeno con Termos Portátiles y Reserva con cilindros de Alta Presión. ....	53
10.6 Termos Estacionarios. ....	54
10.6.1 Capacidades de los termos estacionarios. ....	56
10.6.2 Instalaciones en la Central de Gases. ....	59
10.6.3 Distancias de Seguridad. ....	61
11.0 Norma de Seguridad. ....	62
11.1 Sistema de Alarmas. ....	63
11.2 El Peligro de la Presión en los cilindros. ....	64
11.3 Riesgos y Medidas de Seguridad para Manejo de Gases Líquidos. ....	65
11.3.1 Sobrepresiones. ....	65
11.3.2 Quemaduras por frío. ....	66
11.3.3 Derrames de Líquidos criogénicos (oxígeno líquido). ....	66
11.3.4 Sistemas de Identificación de Materiales Peligrosos. ....	68
12.0 Otros Gases utilizados en unidades de Atención Médica. ....	77
12.1 Aire. ....	77
12.2 Bióxido de Carbono. ....	78
12.3 Helio (He). ....	80
12.4 Nitrogeno (N <sub>2</sub> ). ....	80
12.5 Óxido de Etileno. ....	81
12.6 Identificación de Cilindros. ....	82
13.0 Traslado de Gases a Alta Presión. ....	82
13.1 Prohibido el traslado de gases Alta Presión. ....	83



# 1.0 Introducción

008

Con la presente publicación se pretende asegurar que la recepción de los contenedores correspondientes, su integración en el manifold de la central de gases, la supervisión de las válvulas que deben estar abiertas, y la conexión a la válvula de recepción y distribución -ya sea de tipo manual o automática- sean correctamente ejecutadas por el personal profesional y técnico del establecimiento. Éstos deben supervisar la presión antes de la válvula de recepción-distribución (alta presión) y después de la válvula (baja presión) y los sistemas de control, bajo la supervisión del responsable sanitario del establecimiento, con la asesoría de las compañías productoras y proveedoras de los gases medicinales y asegurar que quede debidamente asentado en la bitácora de la central de gases.

# 2.0 Aplicación

009

Este documento tiene vigencia en todo establecimiento de atención médica del sector salud del país que use gases medicinales, y debe ser tomado como guía y apoyo para conocer las características de las instalaciones en la Central de Gases, de las líneas de distribución, de los sistemas de control y, en su caso, del manejo de gases en servicios especiales del establecimiento. El Manual es proporcionado por los fabricantes y distribuidores de gases de la República Mexicana a los establecimientos médicos al hacer o renovar su contrato lo que se debe aprovechar para efectuar sesiones de capacitación del personal del establecimiento.

## 3.0 Objetivo

El propósito del Manual de Buenas Prácticas es describir los criterios, establecer las actividades y acciones para hacer seguro y eficiente el manejo de gases en los establecimientos de atención médica y, por consiguiente, disminuir el riesgo de accidentes ocasionados por mal manejo durante el proceso de recepción, distribución y aplicación a los pacientes que se atienden en los servicios médico-quirúrgicos del Sector Salud.

Lo anterior incluye asegurar que la recepción de los contenedores correspondientes, su integración en el manifold de la central de gases, la supervisión de las válvulas que deben estar abiertas, la conexión a la válvula de recepción y distribución -ya sea de tipo manual o automática- sean correctamente ejecutados por el personal profesional y técnico del establecimiento. Éstos deben supervisar la presión antes de la válvula de recepción-distribución (alta presión) y después de la válvula (baja presión) y los sistemas de control, bajo la supervisión del responsable sanitario del establecimiento, con la asesoría de las compañías productoras y proveedoras de los gases medicinales y asegurar que quede debidamente asentado en la bitácora de la central de gases.

La Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, en su artículo 4°, establece el derecho a la protección de la salud que tiene toda persona; derecho reglamentado a través de la Ley General de Salud, definido en los artículos del Reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Prestación de Servicios de Atención Médica y especificado en las Normas Oficiales Mexicanas (NOM), que son de aplicación obligatoria en toda la República, y sus disposiciones son de orden público e interés social. A continuación se mencionan artículos que dan sustento al presente trabajo.

## ● De la Ley General de Salud:

**Artículo 45;** corresponde a la Secretaría de Salud (SS) vigilar y controlar la creación y funcionamiento de todo tipo de establecimientos de servicios de salud, así como fijar las normas oficiales mexicanas a las que deberán sujetarse.

**Artículo 46;** la construcción y equipamiento de los establecimientos dedicados a la prestación de servicios de salud en cualquiera de sus modalidades, se sujetará a las normas oficiales mexicanas que, en fundamento de esta ley y demás disposiciones generales aplicables, expide la SS, sin perjuicio de la intervención que corresponda a otras autoridades competentes.

## ● Del Reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Prestación de Servicios de Atención Médica:

**Artículo 26;** los establecimientos que prestan servicios de atención médica contarán para ello con los recursos físicos, tecnológicos y humanos que señale este reglamento y las normas técnicas que al efecto emita la Secretaría.

## ● Del Reglamento Interior de la Secretaría de Salud, Artículo 26 de las atribuciones de la Dirección General de Regulación de los Servicios de Salud:

IV; Verificar, controlar y evaluar, en coordinación con las unidades administrativas competentes, la operación y funcionamiento de todo tipo de establecimientos de servicios de salud, incluidos los que prestan servicios para el tratamiento de adicciones, y la prestación de los servicios relativos.

V; Elaborar y expedir las normas oficiales mexicanas a las que deberán sujetarse la construcción, infraestructura, equipamiento y remodelación de todo tipo de establecimientos de atención médica y asistencia social, sin perjuicio de las atribuciones que correspondan a otras unidades administrativas de la Secretaría, así como vigilar su cumplimiento.

# 5.0 Aspectos Generales

El Manual de Buenas Prácticas ofrece información acerca de los gases, forma de envasado, contenedores, etiquetado, manejo, uso, almacenamiento e instalaciones requeridas para su distribución de manera eficiente y segura a partir de la central de gases. El Manual describe las actividades básicas en el manejo de los gases, propone cuidados y precauciones ante los riesgos asociados con los gases comprimidos y los líquidos criogénicos, de tal manera que los usuarios de estos productos estén mejor preparados para prevenir accidentes y lesiones, así como para resolver situaciones de emergencia.

Está dirigido al responsable de la recepción, uso y manejo de gases dentro de los establecimientos de atención médica como una guía de los factores a revisar en el diseño, construcción, inspección, operación y mantenimiento de las instalaciones de gases medicinales, aspectos que deben ser considerados como parte de la administración de este servicio, así como para que lo utilice como referencia para capacitar al personal que maneja los contenedores de gases y las instalaciones, incluyendo las necesarias para su distribución en los servicios que lo requieren.

Para fomentar la cultura de la salud, se debe asegurar que la información contenida en este trabajo llegue a todas las personas que pueden usar o entrar en contacto con los gases que se manejan en los establecimientos de atención médica, y que deben ser manejados estrictamente por personal capacitado.

# 6.0 Glosario de Términos

## Alarma de emergencia:

Es una alarma luminosa y sonora que indica la disminución de la presión de trabajo en cuando menos el 25% en los cabezales del manifold, lo que indica que los contenedores de gases están por agotarse.

## Central de Gases:

Local donde se ubican de manera exclusiva los contenedores de gases de grado medicinal como lo son el de oxígeno y el de óxido nitroso, con los manifolds, las bancadas, cabezales y dispositivos de control de seguridad automática o manual, para suministrar en forma gaseosa y de una manera segura todos los gases a las redes de distribución, que incluye todas las instalaciones necesarias y los espacios de las áreas tributarias. Debe reunir las condiciones de aislamiento y de protección con las señales respectivas; lo que se especifica posteriormente.

## Formas de Suministro:

Son los diferentes tipos de contenedores que se utilizan para suministrar los gases a cada uno de los clientes, el producto puede encontrarse en forma líquida o gas. La presentación del tanque dependerá del volumen promedio que se consume, el espacio disponible y la frecuencia que se requiere para que el proveedor surta, y el costo.

## Gas:

La materia puede estar en forma de gas, de líquido o de sólido. Algunas sustancias pueden estar en forma gaseosa cuando las moléculas<sup>1</sup> o partes componentes se mueven a grandes velocidades en formas completamente desordenadas. Las moléculas suelen estar relativamente alejadas unas de otras, a presiones ordinarias (presión del medio ambiente, por lo general atmosférica<sup>2</sup>), y las moléculas ejercen una atracción muy pequeña o casi nula entre sí.

Debido al movimiento de las moléculas y a la falta de fuerzas que les restrinjan ese movimiento, se distribuyen en forma homogénea por todo el volumen del recipiente, ejerciendo una determinada presión en el recipiente que las contiene. Como resultado de esto, la materia en forma gaseosa es muy susceptible a la compresión<sup>3</sup>. Para hacerlo se requiere una fuerza (presión) que comprima una determinada cantidad de gas (moléculas, volumen) y lo ponga en un determinado contenedor.

## Gases Comprimidos:

Los gases comprimidos se definen como cualquier gas o mezcla de gases contenidos dentro de un recipiente a una presión absoluta<sup>4</sup> superior a 2.8 kg/cm<sup>2</sup> a la temperatura ambiente de 21°C.

*1 Moléculas: la porción más pequeña de un cuerpo que puede existir en estado libre sin perder las propiedades de la sustancia original.*

*2 Presión atmosférica: presión que ejerce el aire en un lugar determinado y que se mide en milímetros de mercurio.*

*3 Compresión: proceso a través del cual se reduce la distancia entre las moléculas de tal forma que se puede almacenar más gas en un mismo espacio.*

*4 Presión absoluta: es la suma de la presión manométrica y la presión atmosférica del lugar donde se encuentra el contenedor. Presión manométrica es la presión que ejercen las moléculas sobre las paredes de un contenedor y puede ser medida como un instrumento llamado manómetro.*

# 6.0 Glosario de términos

Los cilindros que contienen un determinado gas están sometidos a una fuerza o presión de expansión producto de la presión que se utilizó para “comprimir” el gas que contiene, además, de la fuerza cinética de expansión que tengan sus propias moléculas. Por lo tanto lo primero que usted debe de conocer es que los contenedores de gases guardan en su interior una fuerza o presión que puede causar grandes daños. Si por ejemplo, se rompe la válvula, el cuerpo del contenedor se convierte en un misil capaz de romper o perforar vigas de acero. Pero si se tiene el conocimiento y el cuidado necesario, se evitan accidentes.

## Gases Licuados y No Licuables:

Algunos gases -dependiendo de sus características, las condiciones de temperatura y la presión a la que se sometan- pueden pasar al estado líquido (se licuan<sup>5</sup>) éste es el caso para el óxido nitroso, que se licua a temperaturas ordinarias y con presión desde 1.7 a 176 kg/cm<sup>2</sup>.

Los gases no licuables son elementos o compuestos que tienen temperaturas de ebullición relativamente bajas, desde aproximadamente  $-90^{\circ}\text{C}$  y menores. Estos gases se convierten en líquido al enfriarlos por debajo de la temperatura o punto de ebullición. Estos gases que se licuan a estas temperaturas extremadamente bajas, se llaman “líquidos criogénicos”. El oxígeno es un ejemplo de un líquido criogénico.

## Temperatura de Ebullición de Oxígeno

Gas	Punto de Ebullición a 1atm (°C)
Oxígeno	-183

El gas licuado (óxido nitroso) y el líquido criogénico (oxígeno) son transportados en contenedores especiales que se describirán posteriormente.

Dado que el gas se surte en forma líquida, es necesario convertirlo a su forma gaseosa para su distribución en la red y su suministro a los pacientes, esto se logra por medio de vaporizadores ambientales<sup>6</sup>.

## Gases Medicinales:

Son aquellos que se suministran al paciente en forma gaseosa, como el oxígeno y el óxido nitroso, independientemente del estado en que se encuentren almacenados en los contenedores y cumplen con las características de pureza y presentación que indica la normatividad mexicana.

## Gases de Uso en Hospitales:

Son todos aquellos gases que se utilizan en los establecimientos de atención médica, como complemento o facilitadores de algunas acciones médicas, como es el caso del bióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) para la técnica laparoscópica, o para la congelación rápida de tejidos; el nitrógeno para impulsar algunas herramientas o instrumentos neumáticos y por último el helio para enfriamiento de equipos.

<sup>5</sup> Convertir en líquido una sustancia sólida o gaseosa.

## Manifold:

Sistema ubicado en la central de gases que permite, a partir de uno o varios contenedores, el suministro de un gas a presión constante. Está constituido por cuatro conjuntos:

- **Bancada:** integrada por uno o varios contenedores que operan al mismo tiempo, se tiene una bancada en uso y otra en reserva;
- **Cabezal:** tubería con conexiones y aditamentos específicos al gas que se maneja y al que se conectan los contenedores que integran la bancada, debe tener un manómetro, regulador de presión, válvulas de seccionamiento, válvula check y válvula de paso para cada contenedor de las bancadas, tanto los que estén en uso como los de reserva;
- **Válvula múltiple para la selección de cabezal:** de una o varias vías para la conexión de uno o varios cabezales y una sola salida a la tubería de distribución. Con esta válvula se selecciona, en forma manual o automática, el cabezal con la bancada correspondiente que suministra el gas a la red o tubería de distribución.
- **Control:** dispositivos que miden y permiten regular de manera manual o automática la presión que tiene el cabezal (alta presión), y la línea de distribución (baja presión). Cuenta con mecanismos que permiten detectar la presión de trabajo en las tuberías ya sea de alta o de baja presión y activar una alarma cuando la presión disminuye el 25% de la presión de trabajo.

## Red de Distribución:

Es el sistema de tuberías que enlaza la fuente de suministro ubicada en la central de gases con los dispositivos terminales o tomas murales, incluyendo todas las válvulas de aislamiento de ramales, así como los reguladores de presión en los puntos finales de aplicación de los gases.

## Señal de Operación Normal:

Señal luminosa de color verde que se mantiene encendida cuando la presión en la línea es correcta y que cuando disminuye la presión en la línea de distribución a un valor específico, lo indica cambiando de color de la señal luminosa y emitiendo una señal sonora, para que en el caso de contar con válvula manual, el responsable cambie el cabezal de reserva a uso, en el caso de válvulas automáticas el cambio de cabezal es por medio de lectromecánicos. La señal continúa operando hasta que el encargado la apague.

# 6.0 Glosario de términos

## Termo Portátil:

Este tipo de contenedor está conformado por dos recipientes con un espacio anular al que se extrae todo el aire (vacío) y se rellena de material aislante térmico, que disminuye la transferencia de calor y en esta forma evita que el gas licuado o el líquido criogénico se transforme en gas. El recipiente interno está fabricado en acero inoxidable y el recipiente exterior puede ser de acero inoxidable o de acero al carbón. Estos contenedores deben contar con una etiqueta circular que identifique el contenido, de color verde para oxígeno y azul para óxido nitroso. Todavía existen en el mercado termos portátiles cuyo recipiente externo está construido con acero al carbón; en estos casos el cuerpo del termo debe estar pintado de blanco con el hombro pintado de verde para oxígeno o azul para óxido nitroso.

## Termo Estacionario:

Contenedor de líquido criogénico constituido por dos tanques, uno interior fabricado con acero inoxidable y uno exterior, coraza, en acero al carbón. Cuenta con aislamiento térmico entre los dos tanques, tanto porque están separados uno de otro como por el relleno aislante con que cuentan, lo cual evita la transferencia de temperatura del ambiente al interior y permite mantener en estado líquido el gas.

## Válvula de Alivio de Presión:

Es una válvula que tiene la función de proteger a los equipos y a la tubería ante un exceso de presión.

## Válvula Unidireccional (Check):

Es un dispositivo que asegura que el flujo sea sólo en una dirección.

## 7.1 Oxígeno ( $O_2$ )

### 7.1.1 Características Generales.

Es el gas más importante para los seres vivos. Sin él no sería posible la vida vegetal ni animal. Se encuentra en el aire que respiramos en menor proporción que el nitrógeno (21% oxígeno, 78% nitrógeno y 1% argón, incluidos gases raros; concentraciones de gases en el aire a nivel del mar). El oxígeno es un gas incoloro, inodoro e insípido. El oxígeno no es inflamable pero favorece la combustión. Cualquier material combustible se quema mucho más activamente en una atmósfera rica en oxígeno.



*Figura 7.1.1. Cilindro para oxígeno en forma gaseosa, con alta presión, se identifica con el hombro pintado de verde.*

### 7.1.2 Forma de Suministro

La forma de suministro de oxígeno a un establecimiento de atención médica es definida por el perfil del consumo diario, semanal y mensual. Estos parámetros son utilizados por los fabricantes y distribuidores de gases para definir y proponer al responsable sanitario del establecimiento, la forma óptima de suministro de gases.

Cuando se habla de suministro en forma óptima, se involucran las siguientes variables:

- Determinación del consumo promedio por semana, quincena y mes.
- Garantía de abasto por el proveedor al establecimiento.
- Rentabilidad (costo – beneficio), tanto para el usuario o consumidor de gas, como para el proveedor.



Figura 7.1.2 Ilustra los diferentes tipos de contenedores para suministro de gases<sup>7</sup>.

Existen varios tipos de contenedores para surtir oxígeno, pero por fines de regulación los podemos clasificar en tres grandes grupos:

- Cilindros
- Termos portátiles
- Termos estacionarios

Cada uno de ellos tiene características específicas y, sobre todo, capacidades diferentes para suministrar mucha mayor cantidad de gas. En la forma más general, y lo que establece la NOM-016 como mínimo, es el suministro con base en cilindros por lo que se describe en forma completa el suministro de oxígeno y de óxido nitroso en esta forma; se explican también las características del “manifold” para cada caso y se incluyen dentro de la Central de Gases.

*7 Se presenta como ilustración general, ya que en los hospitales sólo debe haber cilindros, termos portátiles y termos estacionarios.*

# 7.0 Gases Medicinales

## 7.1.3 Cilindros

Este tipo de cilindro está diseñado para contener oxígeno a altas presiones en forma de gas comprimido. Los cilindros son fabricados en acero al carbón o aluminio de una sola pieza y están diseñados para soportar altas presiones, tienen una válvula específica de acuerdo al gas que contienen. La válvula se protege con un capuchón o caperuza protectora.

Los cilindros que contienen oxígeno se identifican por el color verde en el hombro (Pantone 575 C), así como por las etiquetas con la descripción de su contenido. Además se especifican grabando con letras de golpe<sup>8</sup> en el cuerpo, las características propias del cilindro: fecha de la prueba hidráulica, fecha de fabricación y el número de serie. Si el cilindro tiene una cruz de color rojo indica que el contenido es de calidad medicinal y no debe utilizarse en ninguna otra aplicación.



Por lo general, para suministrar oxígeno a los establecimientos médicos se utilizan cilindros de 6 a 8 m<sup>3</sup>, con presiones que fluctúan entre 150 a 200 kg/cm<sup>2</sup>. Todos los cilindros están provistos de un dispositivo de alivio de presión.

La válvula específica del cilindro cuenta con un dispositivo de seguridad que tiene un diafragma o una membrana que, cuando se sobrepasa la presión máxima en el interior del cilindro, se rompe (dispositivo de ruptura).

Es importante mencionar que, en algunos cilindros, este dispositivo de seguridad puede estar instalado como un aditamento independiente.

Una vez que el dispositivo se activa, todo el producto escapa a la atmósfera; es por ello que la central de gases siempre debe ubicarse en lugares ventilados, no debe ponerse en sótanos o lugares cercanos a ningún tipo de flama abierta o a materiales que generen bastante calor, como transformadores a calderas.

Recuerde que una concentración alta de oxígeno en el aire favorece la combustión de todos los materiales.

Características Principales de un Cilindro:

1. Caperuza o capuchón protector de la válvula.
2. Etiqueta de identificación del producto que especifica las características del gas (pureza).
3. Color verde de identificación del producto en el hombro del cilindro.
4. La cruz en color rojo indica que el contenido es de grado medicinal.
5. Válvula tipo volante.



Figura 7.1.3.1 Ilustra las características del cilindro para oxígeno, gas, a alta presión

# 7.0 Gases Medicinales

## Componentes de un cilindro

No	Descripción
1	Válvula de Cilindro
1a	Volante
1b	Salida de gas/ conexión CGA 540 <sup>9</sup>
1c	Válvula de seguridad (dispositivo de ruptura)
2	Tapón de seguridad
3	Rosca para capuchón
4a	Norma de fabricación: DOT (Department of Transportation) ICC (Instate Commerce Comission) hasta 1970
4b	Material de Construcción: 3 A (Acero de alto carbón) 3 AA (Acero tratado con calor) 3 AL (Aluminio)
4c	Presión de llenado en libras
5	Número de serie
6	Marca del fabricante del cilindro
7a	Mes en que se realiza la prueba hidrostática
7b	Marca del laboratorio que realiza la prueba
7c	Año en que se realiza la prueba hidrostática
7d	+ indica que las pruebas de expansión y fuga son aceptables y puede ser llenado a una presión 10% superior a la indicada en el numeral 4c, no aplica a cilindros fabricados con aluminio.
7e	* indica que la prueba hidrostática se puede realizar cada 10 años a 5/3 de la presión de llenado y no cada 5 años como es lo normal, no aplica para cilindros de aluminio.

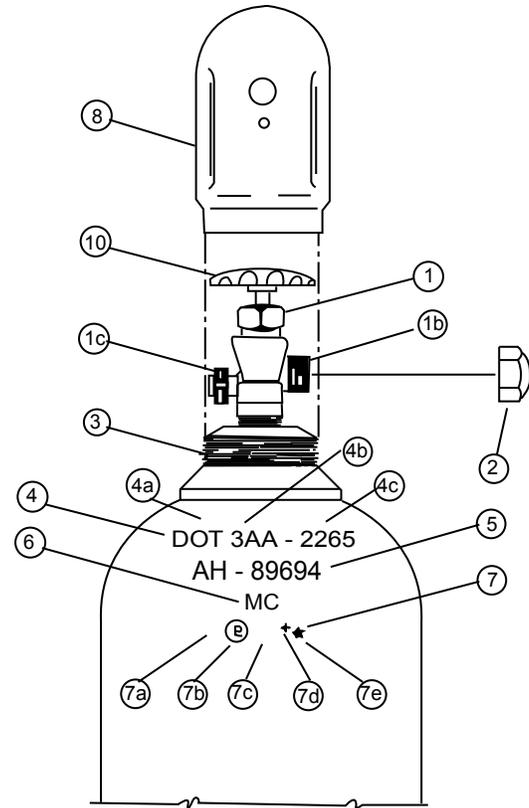


Figura 7.1.3.2 Parte superior del cilindro para mostrar los componentes y datos de diseño.

## Válvulas y Conectores

La válvula de los cilindros utilizada para el suministro de oxígeno medicinal es del tipo de volante, y conexión roscada CGA 540 conformada por un niple y una tuerca.



Figura 7.1.3.3 Válvula tipo volante para cilindro.

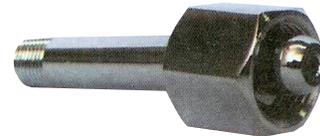


Figura 7.1.3.4 Conector para cilindro.

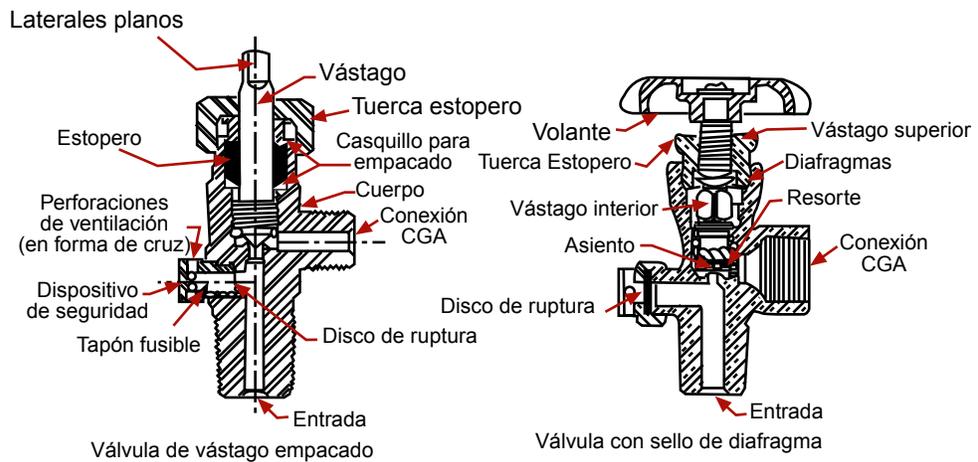


Figura 7.1.3.5 Ilustra dos tipos de válvulas que pueden tener los cilindros.

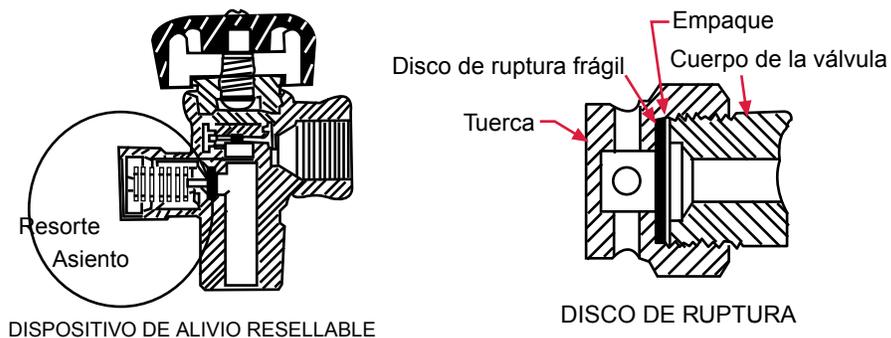


Figura 7.1.3.6 Ilustra dos tipos de válvulas de seguridad.

# 7.0 Gases Medicinales

## 7.1.4 Manifold para Oxígeno

Uno de los componentes del manifold para el suministro de gases es la bancada de cilindros de alta presión, siendo el mínimo un cilindro en la bancada en uso y uno en la reserva:

- Suministro con manifold integrada con dos bancadas de cilindros de alta presión una en uso y la otra para reserva. Cada una de estas bancadas puede ir incrementándose con los cilindros necesarios para cubrir la demanda de oxígeno en el establecimiento. Incluso se puede cambiar el tipo de contenedor a uno de mayor capacidad, si así se requiere.

Cada uno de los cilindros de la bancada cuenta con válvula de “paso” con conexión CGA 540, dispositivo de seguridad o de ruptura que al activarse, en caso de una sobre presión del cilindro, deja escapar a la atmósfera el gas; manguera flexible de interconexión con válvulas check, niples y tuercas compatibles con CGA 540 en ambos extremos para conectarse al cabezal del manifold como se muestra en la figura 7.1.5.2.

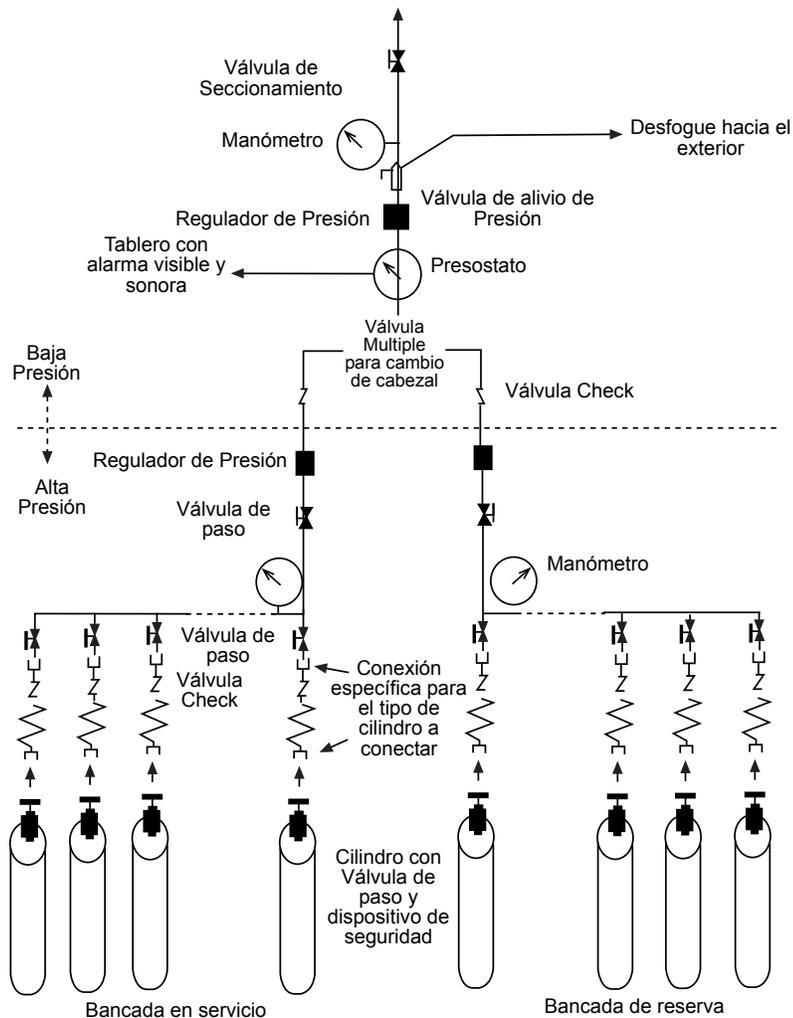


Figura 7.1.4.1 Esquema de un “manifold” para oxígeno

# 7.0 Gases Medicinales

Con el objeto de asegurar el suministro continuo de oxígeno se colocan presostatos<sup>10</sup> en la línea de distribución del gas de tal manera que, al disminuir la presión de trabajo, se active una señal luminosa y sonora que en los sistemas manuales indicará al encargado de la central de gases que cambie el maneral de la válvula múltiple para cambio del cabezal; de tal manera que entre en función el cabezal de reserva y proceda a efectuar las acciones necesarias para reponer los cilindros que se vaciaron y apagar o restablecer la señal luminosa y sonora.

En los sistemas automáticos, la señal activa el proceso electromecánico de la válvula múltiple y entra en función el cabezal de reserva para continuar suministrando oxígeno. En forma similar, el encargado debe reponer los cilindros vacíos o, cuando menos, hacer la solicitud de reposición.

Este sistema de alarma luminosa y sonora debe tener presencia tanto en la propia central de gases como en uno de los servicios del establecimiento que cuenten con personal de salud las 24 horas, los 365 días del año.

Como actividad de supervisión y seguimiento a la operación, este es el punto más importante y delicado de la central de gases. Es responsabilidad del encargado de la central el monitorear<sup>11</sup> los manómetros que se tienen en el sistema de control en la tubería de alta presión del cabezal; medida que indica el contenido de gas y, por lo tanto, la cantidad de oxígeno que se tiene disponible antes de realizar el cambio de bancada; los manómetros de baja presión indican si se tiene la presión adecuada en la red de distribución.



*10 Presostato: dispositivo mecánico que censa la presión, dentro de un rango. Si la presión excede el límite superior, el diafragma que contiene la presión se deformará accionando un microinterruptor que a su vez cerrará o abrirá un circuito para accionar una alarma visual y sonora.*

*11 Monitorear: mantener una vigilancia sobre el comportamiento de una variable, en este caso es la presión en las tuberías de suministro del gas.*

# 7.0 Gases Medicinales

Ambas bancadas deben tener como mínimo un cilindro conectado a cada cabezal; conforme aumenta el consumo de oxígeno en el establecimiento se deben ir aumentando los cilindros en ambas bancadas.

De acuerdo al consumo, el proveedor determinará en coordinación con el responsable del establecimiento, la cantidad de cilindros necesarios para garantizar el abasto continuo a la unidad. Cuando el uso de cilindros es muy alto o cuando el proveedor no puede surtirlos a tiempo para garantizar el consumo, de común acuerdo se estudiará y en su caso se establecerán las nuevas condiciones del manifold como, por ejemplo, sustituir una bancada de cilindros por un termo portátil, lo que se describe posteriormente en este trabajo.

Las presiones que se indican en la línea principal de distribución son sólo de referencia, ya que cada establecimiento de atención médica requiere establecer la presión de trabajo específica, acorde con las características de la línea de distribución y el número de tomas finales. La presión se define por los requerimientos del sistema, considerando el punto de consumo más alejado de la red o la presión máxima requerida para uso de los equipos médicos o una combinación de ambas.

Es decir, en este trabajo propiamente no se puede especificar una presión estándar,<sup>12</sup> ya que cada unidad de atención médica cuenta con redes de distribución de longitudes y número de tomas finales diferentes, que posiblemente se hayan rediseñado para los incrementos de consumo, o por el uso de diversos equipos que demandan determinadas presiones de suministro para su funcionamiento.

## 7.1.5 Procedimientos en el uso del Manifold 2 X 1 de Oxígeno<sup>13</sup>

### Manual de Uso

#### Características:

Manifold con dos cabezales de un cilindro cada uno, capacidad total de uso de dos cilindros de oxígeno con posibilidad de suministro de 16 metros cúbicos de gas. Se utiliza con un cilindro en uso y otro de reserva.

<sup>12</sup> Estándar; se establecen parámetros iguales.

<sup>13</sup> El primer número indica la cantidad de cabezales y el segundo número, el de contenedores en el manifold.

## Material de Fabricación:

Tubo de cobre tipo ASTM B819 281 kg/cm<sup>2</sup> (4000 lbs.). Calaveras en latón cuadrado, válvulas tipo cilindro en las calaveras, válvula de paso para alta presión en cada cabezal, manguera flexible alta presión para cada cilindro con check y línea de vida, conexiones en ambos extremos CGA 540. Regulador de alta presión, con presión de entrada de 211kg/cm<sup>2</sup> (3000 lbs.), presión de salida 8 kg/cm<sup>2</sup>. Todas las conexiones y uniones deben tener las mismas especificaciones, soportar presiones hasta B819 281 kg/cm<sup>2</sup> (4000 lbs.), cuerpos y patas en canal PTR <sup>14</sup>.

## Procedimiento de Instalación del Manifold:

- Las tuberías y conexiones deben ser lavadas con una solución o solvente adecuado antes de ser instaladas (si requiere mayor información es conveniente consultar a su proveedor de gases) para proceder con la colocación y soldaduras como se describe posteriormente.
- En uniones soldables de cobre-cobre, se usa soldadura con un contenido de plata del 15% así como también en uniones de cobre-bronce, para las uniones con rosca debe usarse teflón.
- Posterior al proceso de soldadura se realizan pruebas de hermeticidad y de soporte de la máxima presión de operación.
- Por último se procede a hacer un barrido de la tubería utilizando nitrógeno (esta operación se realiza cuando la instalación se ha terminado y es responsabilidad del proveedor de la instalación).
- Estos procedimientos se aplican también en la instalación de la red o tuberías de distribución.
- Toda tubería debe estar sostenida al muro mediante soportes de acuerdo al cuadro de la siguiente página.

*14 Estructura metálica que soporta cabezales que conforman el manifold.*

# 7.0 Gases Medicinales

Tuberías horizontales		Tuberías verticales
Diámetro de tubo (mm)	Separación en metros	
13	1.8	2 soportes por entrepiso
19	2.1	para cualquier diámetro
25	2.4	
32	2.7	
38 o mayor	3.0	

## Operación

Cuando el manómetro de la red de distribución baje más de un 25%, o la alarma de disminución en la presión de servicio actúe, se tiene que hacer el cambio, ya sea manual o automático, de bancada, de tal manera que los cilindros de la bancada en servicio salgan de operación y suministren el gas los de reserva.

Para realizar el cambio de bancada en servicio, lo único que se hace es cerrar la válvula de seccionamiento del cabezal que está vacío e ir abriendo la válvula del cabezal de respaldo. Es importante hacer esta operación ya que de lo contrario se reducirá rápidamente la presión en la red de suministro. Se intercambian los letreros con las le yendas "Cilindros de reserva" y "Cilindros en servicio" de cada una de las bancadas.

Inmediatamente se debe proceder a cambiar los cilindros vacíos por llenos y dejar la bancada en reserva lista para ser usada cuando se requiera. Para hacer el cambio de cilindros se procede de la siguiente manera:

1. Cerrar la válvula de corte del cabezal de los cilindros vacíos y abrir simultáneamente la válvula del cabezal de reserva.
2. Abrir completamente la válvula de bloqueo del cabezal de reserva.
3. Revisar que la presión de la red se mantenga constante.
4. Cerrar las válvulas de los cilindros que se van a desconectar.

# 7.0 Gases Medicinales

5. Con la herramienta apropiada, aflojar la tuerca de la conexión CGA 540 entre la manguera flexible de alta presión y la válvula del cilindro, teniendo cuidado de no dañarla. Para el primer cilindro, esto se hace de manera lenta para permitir el desfogue del gas atrapado en el cabezal.
6. Retirar el cilindro vacío y colocarle su capuchón protector de la válvula, cuando así proceda, ya que existen cilindros con caperuzas fijas (algunos proveedores en el mercado suministran sus cilindros con caperuzas fijas en el cilindro) a los que nunca se les quita el capuchón.
7. Trasladar el cilindro o los cilindros al sitio de almacén de los cilindros vacíos.
8. Sacar el área donde se almacenan los cilindros llenos, uno por uno, y colocarlos frente a las válvulas de las calaveras del cabezal; abrir ligeramente la válvula del cilindro durante dos o tres segundos para permitir la salida de gas, que expulse cualquier partícula que pudiera alojarse en la válvula (existen en el mercado proveedores que surten los cilindros con un sello de garantía de plástico, por lo que en estos casos se puede omitir este paso).
9. Con la herramienta adecuada, conectar y apretar la conexión CGA 540 de la manguera flexible de alta presión a la válvula del cilindro.
10. Abrir lentamente todas las válvulas de los cilindros, comprobar que no existen fugas en las conexiones o válvulas; esto se puede hacer utilizando espuma de jabón.
11. La presión del manómetro de alta presión se incrementará de 150 a 200 kg/cm<sup>2</sup>. Esta presión debe ser observada y registrada en la bitácora mínimo cuatro veces al día se deberá de revisar y vigilar que la presión en la red no descienda más de un 25%, lo cual indica que los cilindros están por agotarse.

Es muy importante que al cabezal siempre estén conectados el total de cilindros que debe tener, pues la falta de alguno permite el ingreso de partículas extrañas o insectos en la tubería, que serán arrastrados por el oxígeno hacia el interior. Todos los cilindros de un cabezal deben ser cambiados al mismo tiempo.

# 7.0 Gases Medicinales

Todo lo anterior debe quedar debidamente anotado en la bitácora correspondiente con los nombres y firmas de las personas que intervinieron.

Se muestra en la figura 7.1.5.1 un regulador de presión típico para una central de gases; no necesariamente los proveedores de gases manejan el mismo modelo.



Figura 7.1.5.1 Ilustra regulador de presión.

La manguera flexible con línea de vida<sup>15</sup> para conectar la válvula del cilindro con la válvula de la calavera del cabezal es una de las partes que por su constante manipulación puede dañarse, por lo cual es importante conocer su construcción y especificaciones, a fin de saber que inspeccionar. Esta manguera flexible debe soportar una presión igual a la de los cilindros 210 kg/cm<sup>2</sup> (3000 lbs.), como indica el numeral 7.1.3.2.3 de la NOM – 016 – SSA3 – 2012.

Conector niple y tuerca  
Conexión CGA 540



Figura 7.1.5.2 Ilustra la manguera flexible pigtail.

La manguera flexible está constituida por un cuerpo que puede ser de teflón (mejores, pero caras), con recubrimiento interior de teflón como material que no reacciona con oxígeno, una trama protectora exterior de acero inoxidable, una válvula check en el extremo próximo a la válvula de la calavera para impedir el regreso del gas, y por último, un dispositivo de protección llamado línea de vida, que entre en funcionamiento cuando accidentalmente se rompe la manguera.

La línea de vida está constituida por un cable de acero colocado en el interior de la manguera y unido en los extremos a las tuercas de conexión del cilindro y del cabezal, existen en el mercado desarrollos más recientes para sustituir esta alma que se llama "arm casting", este componente impide que la manguera actúe como látigo. La figura 7.1.5.2 muestra una manguera flexible.

*15 Línea de vida: alambre interno de la manguera que se fija en las tuercas de los extremos y que en caso de ruptura evita que la manguera se mueva como un látigo debido a la alta presión.*

## 7.1.6 Recepción de Cilindros

El personal responsable de la recepción de los cilindros debe hacer una inspección externa de los cilindros antes de aceptarlos para su ingreso a la central de gases; los lineamientos básicos para realizar la inspección son los siguientes:

1. Lea las etiquetas del cilindro para asegurarse de que contienen efectivamente el gas que usted espera recibir; recuerde que la etiqueta es una de las formas de identificar el contenido del cilindro y su grado de pureza.

### CILINDRO DE GAS MEDICINAL

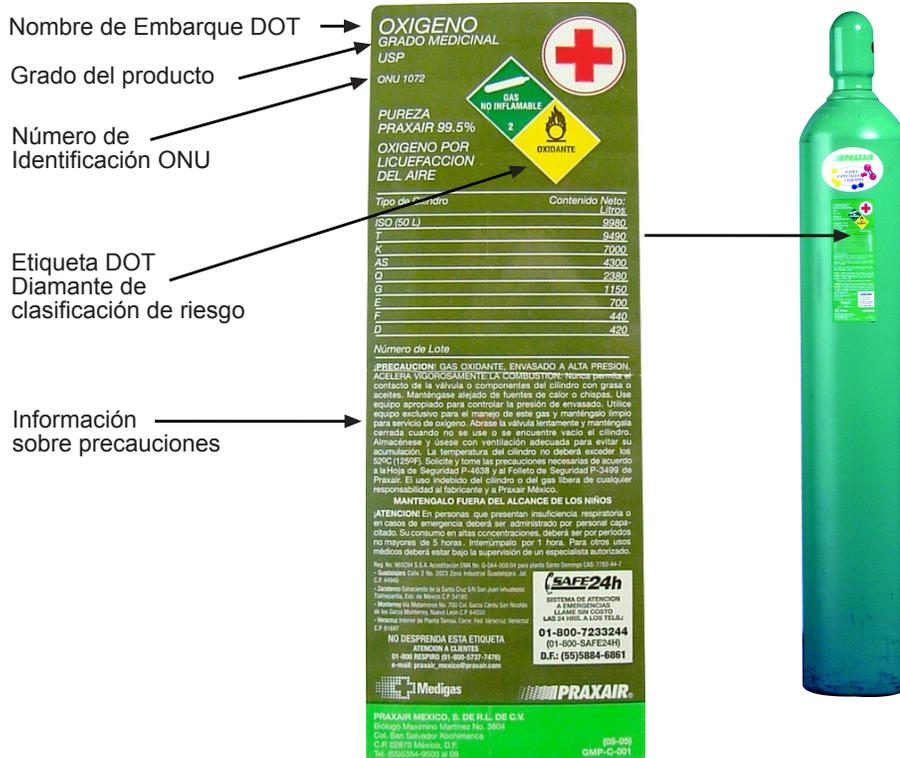


Figura 7.1.6.1 Ilustra etiqueta de identificación de cilindros.

2. Que el hombro del cilindro sea verde.
3. Revise las marcas DOT del cilindro para asegurarse de que está fabricado para soportar la presión que tiene el cilindro recibido.

4. Revise cuidadosamente el cilindro en busca de daños evidentes: la superficie debe estar limpia y libre de cortes o rayas profundas, muescas, quemaduras. Este tipo de daños debilita el metal del cilindro, aumentando el riesgo de rompimiento por golpes de baja intensidad. Asegúrese de que el cilindro se sostiene perfectamente vertical sobre su base y no se tambalea.

Los cilindros con cuello roscado deben tener un capuchón protector colocado sobre la válvula. Éste puede ser del tipo permanente, que permita la manipulación de la válvula y conexión del cilindro sin retirar el capuchón, o de los que deben retirarse para su manipulación. Cuando así sea el caso, quite el capuchón manualmente, no use desarmadores, palancas ni alguna herramienta similar para quitar el capuchón, ya que podría abrir accidentalmente la válvula o dañarla.

5. Revise la válvula del cilindro para cerciorarse de que no está torcida ni dañada. Una válvula torcida permite fugas, al no poderse conectar de modo hermético la tuerca de la manguera flexible con la válvula. Ésta debe corresponder a la válvula CGA 540.
6. Si el cilindro no cumple cualquiera de los puntos anteriores antes descritos, de inmediato infórmelo a su proveedor.

#### Detección de Fugas:

Una vez realizada la inspección externa, compruebe que no hay fuga de gas, aplicando agua jabonosa sobre las conexiones.

Si no detecta ningún problema, asegure el capuchón en su sitio y proceda a trasladar el cilindro al área de uso.

# 7.0 Gases Medicinales

## 7.1.6.1 Movimiento de Cilindros:

Los cilindros deben moverse con mucho cuidado, en un aditamento tipo “diablito” (Fig.7 .1.6.1.1) que tenga una correa para fijar el tanque ya que un mal manejo puede provocar que se rompa la válvula, se caiga el cilindro y lo golpee a usted o a otra persona (Fig. 7.1.6.1.2).

Cuando mueva cilindros, llenos o vacíos, cerciórese de que:

1. Se utilicen siempre carretillas o góndolas de mano (tipo “diablito”) diseñadas para este propósito.
2. Que no se levante el cilindro por el capuchón y
3. Que no se ruede en el piso.

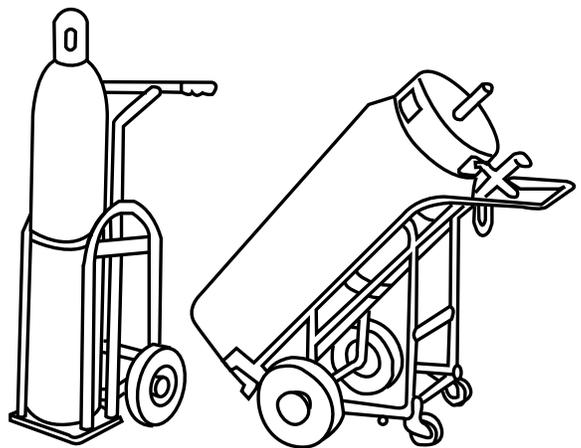


Figura 7.1.6.1.1 Ilustra tipos de accesorios para mover los cilindros con oxígeno y Termos portátiles.

Una vez que los cilindros han sido trasladados a su lugar de uso, asegure cada cilindro en su lugar. Utilice plataformas especiales, abrazaderas y otros medios para asegurarlos, según las recomendaciones de su proveedor.

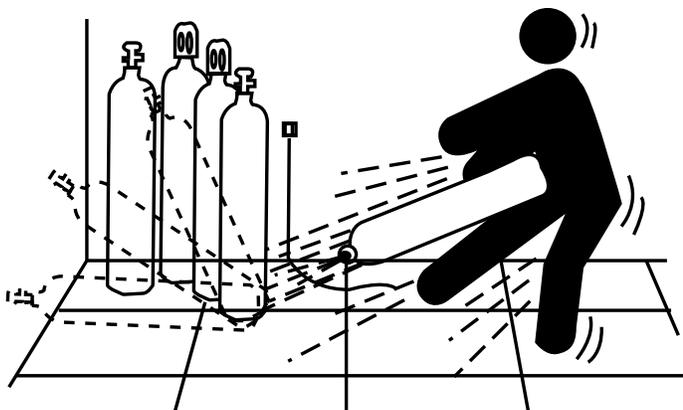


Figura 7.1.6.1.2 Ilustra uno de los posibles accidentes al caerse el cilindro y romperse la válvula (se convierte en un proyectil).

## 7.1.6.2 Preparación de los cilindros para su uso:

Una vez que el cilindro está correctamente asegurado en su sitio, en el lugar en que se usa, quite manualmente el capuchón. Recuerde que también existen en el mercado cilindros con caperuzas fijas, es decir, no requieren removerse para conectar el cilindro al manifold.

Antes de quitar los tapones protectores de la conexión de salida de la válvula, asegúrese de que la válvula tipo volante del cilindro, esté perfectamente cerrada.

Proceda a quitarla y conectarla a la manguera flexible. Para efectuar conexiones correctas:

1. Asegúrese de que ambas secciones a conectar estén bien limpias.
2. Instale juntas o empaques solamente en las conexiones que lo requiera.
3. Asegúrese de que las partes a conectar son compatibles.
4. Gire la tuerca de la conexión en el sentido correcto.
5. No apriete de más la conexión.



Figura 7.1.6.2.1 Conexiones típicas de metal para válvulas CGA 540.

## 7.1.6.3 Almacenamiento de cilindros:

En caso necesario, almacene los cilindros de tal modo que no puedan caerse, póngalos siempre en posición vertical, cabeza arriba, en grupos compactos, enganchándolos juntos de tal manera que cada uno esté en contacto físico con los otros cilindros que lo rodean.

## 7.2 Oxido Nitroso (N<sub>2</sub>O)

### 7.2.1 Características Generales

El óxido nitroso es un gas licuable que mantiene su estado líquido dentro del cilindro a temperaturas del medio ambiente, a presiones relativamente bajas (54 kg/cm<sup>2</sup> presión manométrica aproximada); el óxido nitroso es 1.5 veces más pesado que el aire y fácilmente se puede acumular en las partes bajas de los locales o lugares. Este gas también es llamado “protóxido de nitrógeno” o simplemente “protóxido”. También es conocido como “gas hilarante”. Es un gas incoloro, no tóxico, no irritante y con un sabor ligeramente dulce. El óxido nitroso no es inflamable pero favorece la combustión en forma similar a la del oxígeno pero con una intensidad mucho menor.



Figura 7.2.1.1 Cilindro de alta presión para suministro de óxido nitroso.

### 7.2.2 Forma de Suministro

La forma de suministro de óxido nitroso a un establecimiento de atención médica, al igual que con el oxígeno, es definida por el perfil de consumo diario, semanal y mensual. Estos parámetros son utilizados por los fabricantes y distribuidores de gases para encontrar y proponer al responsable sanitario del establecimiento la forma óptima del suministro del gas; como mínimo se establece un manifold con una cabezal y una bancada con dos cilindros, uno en uso y el otro de reserva.

## 7.2.3 Cilindros

Los cilindros son fabricados en acero al carbón o aluminio de una sola pieza y están diseñados para soportar presiones de  $100 \text{ kg/cm}^2$ . El cilindro cuenta con una válvula específica para óxido nitroso (CGA 326) y una caperuza o capuchón protector.

El cilindro que contiene óxido nitroso se identifica pintando el hombro de color azul (Pantone 2758 C); en forma similar al del oxígeno. Si el cilindro cuenta con una cruz de color rojo indica que el contenido es de grado medicinal. Por otro lado, se especifican las características propias del cilindro: fecha de la prueba hidráulica, de fabricación y número de serie, las que se graban en el cuerpo del cilindro con letras de golpe y su significado es similar a lo descrito para el cilindro que contiene oxígeno.

El cilindro cuenta con una válvula con dispositivo de seguridad, que actúa cuando la presión en el interior excede su máxima presión de operación, abriéndose un diafragma o rompiéndose una membrana. Al activarse, todo el producto escapa a la atmósfera, es por ello que la central de gases siempre debe ubicarse en lugares ventilados.

Características principales:

- Caperuza o capuchón protector de la válvula.
- Etiqueta de identificación del producto.
- Válvula de tipo volante con conexión de rosca CGA 326.
- Color de identificación del producto en el hombro Pantone 2758 C.
- La cruz en color rojo indica calidad medicinal.



Figura 7.2.3.1 Ilustra el cilindro de alta presión para suministrar óxido nitroso

Para mayor claridad volver a ver la ilustración de la sección 7.1 principales componentes de un cilindro (Figura 7.1.3.1).

Válvula	Conector
<p>Los cilindros para el suministro de óxido nitroso cuentan con la válvula tipo de volante y conexión. Roscada CGA</p>  <p>Figura 8.2.3.2 Ilustra la válvula tipo volante.</p>	<p>El conector es CGA 326, conformado por un nicle y una tuerca.</p>  <p>Figura 8.2.3.3 Tuerca y nicle CGA 326 para cilindro con óxido nitroso.</p>

## 7.2.4 Manifold para Óxido Nitroso

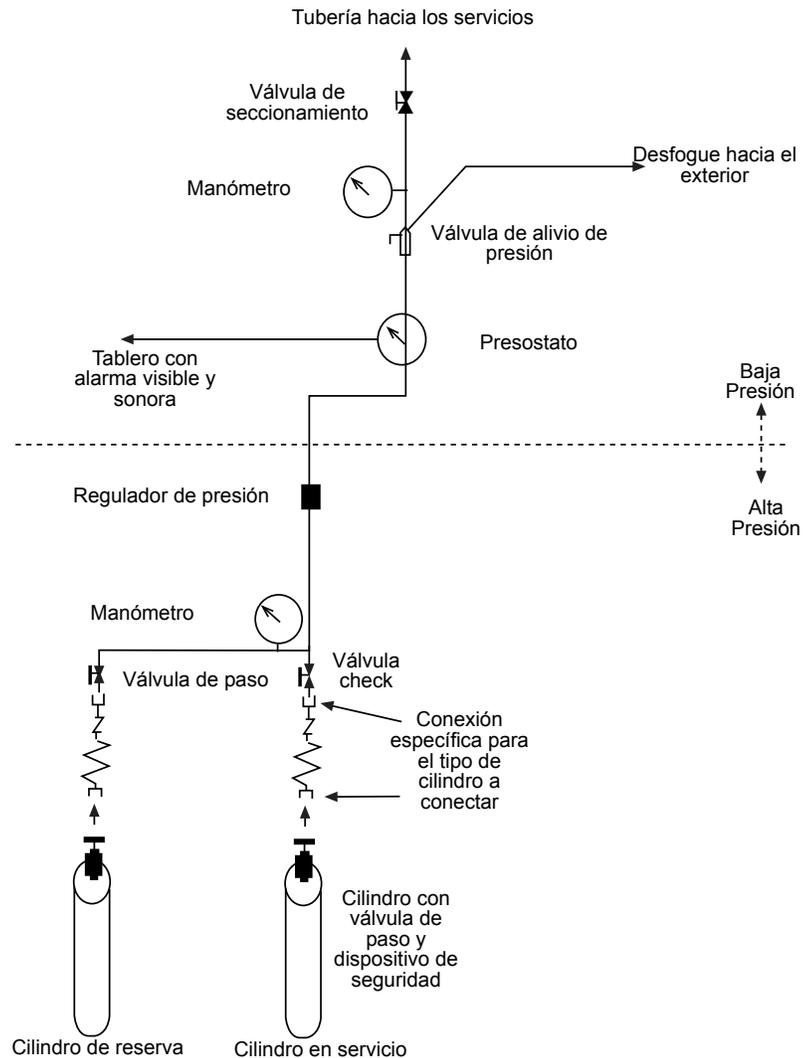


figura 7.2.4.1 Manifold mínimo para óxido nitroso, constituido por un cabezal y una bancada con dos cilindros, uno en uso y el otro en reserva.

# 7.0 Gases Medicinales

Con el objeto de asegurar el suministro de óxido nitroso, se colocan manómetros y presostatos tanto en la tubería del cabezal de alta presión como en la línea de distribución (baja presión), los cuales están detectando la presión en el cilindro y en la red de distribución, con reguladores de presión independientes y dispositivos de seguridad.

Ambos cilindros están conectados a un mismo cabezal. De común acuerdo, el responsable sanitario del establecimiento, conforme a su programa médico-quirúrgico, y el proveedor, determinarán la cantidad de cilindros necesarios para garantizar el abasto continuo a la unidad quirúrgica o servicios donde se utilice el óxido nitroso, como, por ejemplo, en el servicio de odontología.

Como actividad de supervisión y seguimiento a la operación, éste es el punto más importante y delicado de la central de gases. Es responsabilidad del encargado de la central el monitorear<sup>16</sup> los manómetros que se tienen en el sistema de control en la tubería de alta presión, medida que indica el contenido de gas y la cantidad de óxido nitroso que se tiene disponible antes de realizar el cambio de cilindro. Los manómetros de baja presión indican si se tiene la presión adecuada en la red de distribución.

Una válvula check debe instalarse entre el cilindro y el cabezal para prevenir la pérdida de producto que pudiera ser ocasionada por la activación de los dispositivos de seguridad de presión que se encuentran en cada cilindro o por falla (rotura) en las mangueras flexibles de interconexión (pigtail) del cilindro al cabezal del manifold. La fabricación de esta válvula será de un material adecuado para manejar el gas y los niveles de presión del mismo.

Los venteos o alivios de presión deberán hacerse a la atmósfera y fuera del edificio, con el objeto de evitar altas concentraciones de gases en espacios confinados que puedan poner en riesgo a las instalaciones y a las personas.

## 7.2.5 Procedimientos en el uso del manifold (1X1) para óxido nitroso:

### Características:

Manifold con un cabezal y un cilindro por bancada, con dos bancadas, una en servicio y una de reserva, capacidad total de uso del gas N<sub>2</sub>O de 20kg.

<sup>16</sup> Monitorear: observar en forma repetida lo que marca la aguja de los manómetros y apuntarlo en la bitácora correspondiente.

# 7.0 Gases Medicinales

Material de fabricación:

Tubo de cobre tipo ASTM B819 281 kg/cm<sup>2</sup> (4000 lbs.) calaveras en latón cuadrado, válvulas tipo cilindro en las calaveras, válvula de paso para alta presión en el cabezal, manguera flexible alta presión para cada cilindro check con línea de vida, conexiones en ambos extremos CGA 326. Cuerpo y patas en canal PTR. Regulador de alta presión, con presión de entrada de 211 kg/cm<sup>2</sup> (3000 lbs.) presión de salida de 8 kg/cm<sup>2</sup> (114 lbs.). Todas las conexiones y uniones deben tener las mismas especificaciones , soportar presiones hasta 281 kg/cm<sup>2</sup> (4000 lbs.).

## 7.2.5.1 Procedimiento de instalación del manifold:

- Las tuberías y conexiones deben ser lavadas con soluciones o solventes adecuados (los proveedores de gases pueden proporcionar más información); para proceder con la colocación y soldaduras como se describe posteriormente.
- En uniones soldables de cobre - cobre, se usa soldadura de 15% plata en uniones, para las uniones con rosca debe usarse teflón.
- Posterior al proceso de soldadura se realizan pruebas de hermeticidad y de soporte de la máxima presión de operación.
- Por último se procede a hacer un barrido de la tubería utilizando nitrógeno (esta operación se ejecuta cuando la instalación ha sido concluida).
- Toda la tubería debe estar sostenida mediante soportes de acuerdo al siguiente cuadro:

Tuberías horizontales		Tuberías verticales
Diámetro de tubo (mm)	Separación en metros	
13	1.8	2 soportes por entepiso para cualquier diámetro
19	2.1	
25	2.4	
32	2.7	
38 o mayor	3.0	

Cuando el manómetro de la red de distribución baje más de un 25%, o la alarma de disminución en la presión de servicio actúe, se tiene que hacer el cambio de bancada y a sea manual o automático, de tal manera que los cilindros de la bancada en servicio salgan de operación y suministren el gas los de reserva.

Para realizar el cambio del cilindro en servicio lo que se hace es cerrar la válvula tipo volante del cilindro vacío y abrir la del cilindro de reserva. Se intercambian los letreros de sobreponer con las leyendas "Cilindro en uso" y "Cilindro de reserva".

Inmediatamente se debe proceder a cambiar el cilindro vacío por uno lleno y dejarlo listo para ser usado cuando se requiera.

Para hacer el cambio del cilindro se procede la siguiente manera:

1. Cerrar la válvula de corte del cabezal de los cilindros vacíos y abrir simultáneamente la válvula del cabezal de reserva.
2. Abrir completamente la válvula de bloqueo del cabezal de reserva.
3. Revisar que la presión de la red se mantenga constante.
4. Cerrar las válvulas de los cilindros que se van a desconectar.
5. Con la herramienta apropiada, aflojar la tuerca de la conexión CGA 540 ente la manguera flexible de alta presión y la válvula del cilindro, teniendo cuidado de no dañarla. Para el primer cilindro, esto se hace de manera lenta para permitir el desfogue del gas atrapado en el cabezal.
6. Retirar el cilindro vacío y colocarle su capuchón protector de la válvula, cuando así proceda, ya que existen cilindros con caperuzas fijas (algunos proveedores en el mercado suministran sus cilindros con caperuzas fijas en el cilindro) a los que nunca se les quita el capuchón.
7. Trasladar el cilindro o los cilindros al sitio de almacén de los cilindros vacíos.
8. Sacar el área donde se almacenan los cilindros llenos, uno por uno, y colocarlos frente a las válvulas de las calaveras del cabezal, abrir ligeramente la válvula del cilindro durante dos o tres segundos para permitir la salida de gas, que expulse cualquier partícula que pudiera alojarse en la válvula (existen en el mercado proveedores que surten los cilindros con un sello de garantía de plástico, por lo que en estos casos se puede omitir este paso).

9. Con la herramienta adecuada, conectar y apretar la conexión CGA 540 de la manguera flexible de alta presión a la válvula del cilindro.
10. Abrir lentamente todas las válvulas de los cilindros, comprobar que no existen fugas en las conexiones o válvulas; esto se puede hacer utilizando espuma de jabón.
11. La presión del manómetro de alta presión se incrementará de 150 a 200 kg/cm<sup>2</sup>. Esta presión debe ser observada y registrada en la bitácora mínimo cuatro veces al día, deberá de revisar y vigilar que la presión en la red no descienda más de un 25%, lo cual indica que los cilindros están por agotarse.

La manguera flexible con línea de vida<sup>17</sup> conecta la válvula del cilindro con la válvula de la calavera del cabezal, es una de las partes que por su constante manipulación puede dañarse, para lo cual es importante conocer su construcción y especificaciones a fin de saber cómo manipularla.

Esta manguera flexible debe soportar una presión igual a la de los cilindros (100 kg/cm<sup>2</sup>), como indica el número 6.1.3.2.12 de la NOM - 016 - SSA3 - 2012.



La figura de la derecha muestra una manguera flexible.

Al momento de recibir los cilindros se debe verificar que tengan:

- El capuchón protector.
- La válvula CGA 326.
- Etiqueta que indique el contenido del cilindro (N<sub>2</sub>O) y su grado de pureza.
- Que el hombro del cilindro sea azul.

El transporte y movimientos de los cilindros y su sujeción a la estructura de la central de gases debe realizarse como se describió en el capítulo correspondiente al oxígeno.

*17 Alambre interior que está fijo a las tuercas de los extremos de la manguera y evita que la manguera se mueva como un látigo en caso de que se perforo o rompa.*

# 8.0 Central de Gases

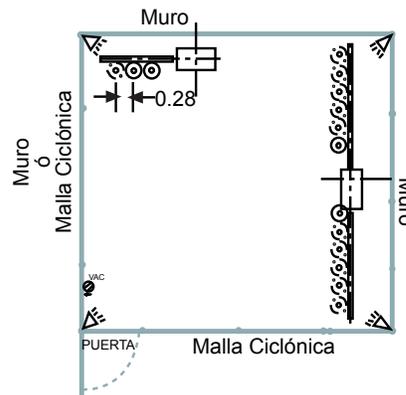
Local que alberga el manifold de los gases de uso medicinal como el oxígeno y óxido nitroso con áreas separadas y delimitadas para almacenar cilindros llenos vacíos en número de acuerdo a las necesidades del establecimiento, resultante de la periodicidad con que el proveedor surte los cilindros.

La localización de la Central de Gases debe hacerse tomando en cuenta los datos que se mencionan más adelante, pero fundamentalmente debe estar alejada de fuentes de ignición, de flamas, de calor y de energía eléctrica de alto voltaje y transformadores, además de contar con muy buena ventilación.

Debe ser techado y con frente de malla ciclónica con sistema de puerta que restrinja el ingreso de personas ajenas al servicio. Es muy importante comprender que en la central de gases no debe hacer aceites, grasa o materiales combustibles y que los cilindros, llaves y válvulas deben mantenerse libres de aceites y grasas, incluyendo las tomas finales para proporcionar el gas, no debe almacenarse ningún material dentro de la central de gases, excepto los cilindros llenos o vacíos.

El área mínima es la necesaria para albergar el manifold con las dos bancadas de un cilindro de oxígeno cada una y el de óxido nitroso con una bancada de dos cilindros , uno en uso y el otro de reserva.

Sin embargo , en previsión del posible crecimiento del establecimiento, se recomienda que la superficie y la organización se calcule para albergar dos bancadas de 6 cilindros cada una para suministrar oxígeno y, de tres a cuatro cilindros para óxido nitroso. Con las áreas tributarias de 40 - 60 cm al frente de cada cilindro.



Croquis de localización

Notas

1. El contacto eléctrico debe ser instalado lo mas alejado de los cilindros.

Contacto 110 VAC Regulada VAC

Lampara de Vapor de Sodio

Todos los cilindros deben fijarse a la estructura de manera de disminuir el riesgo de que se caigan, se desconecten del cabezal y se golpee la válvula.

Nota: Los cilindros ilustrados con línea punteada, representan futuros incrementos en el mínimo de cilindros por cabezal.

## 8.1 Arreglo del Equipo

Es claro que por las características de los gases que se manejan, las centrales de gases deber ser ubicadas en lugares abiertos, de tal forma que si se presenta una fuga de producto pueda mezclarse rápidamente con el aire ambiente y esto disminuya los riesgos de producir flamas de alta intensidad. Recuerde que la combustión requiere oxígeno y mientras más se tenga, la combustión es más intensa, generando mayor cantidad de calor .

# 8.0 Central de Gases

En el siguiente apartado se muestran los parámetros y el espacio, que debe existir entre la central de gases y el almacenamiento de productos-materias, instalaciones, puntos de reunión etc. Dichas distancias establecen los criterios mínimos que se deben tomar en la decisión de la ubicación de la central de gases dentro del establecimiento.

## 8.2 Distancia de Seguridad

Es de extrema importancia que durante la selección de la ubicación de la central de gases en los establecimientos de atención médica, se consideren los criterios mínimos de seguridad, que permiten salvaguardar la integridad física de las personas y de los bienes, empezando por garantizar las facilidades de carga y descarga de cilindros. Esto implica que las rampas por las que pasen los vehículos que transportan contenedores de gases no tengan materiales inflamables y que se encuentren libres de aceites.

Estas rampas, de preferencia, deben ser de entrada restringida sólo para este servicio y terminar en el frente de la central de gases. Si por alguna razón el transporte no puede llegar hasta el frente de la Central de Gases, los cilindros deben ser transportados en las carretillas especiales ("diablitos") mencionados en los capítulos correspondientes al oxígeno y al óxido nítrico. Tampoco es conveniente subir cilindros por las escaleras, por elevadores o rodarlos. En las siguientes figuras se muestran datos que indican criterios de seguridad.

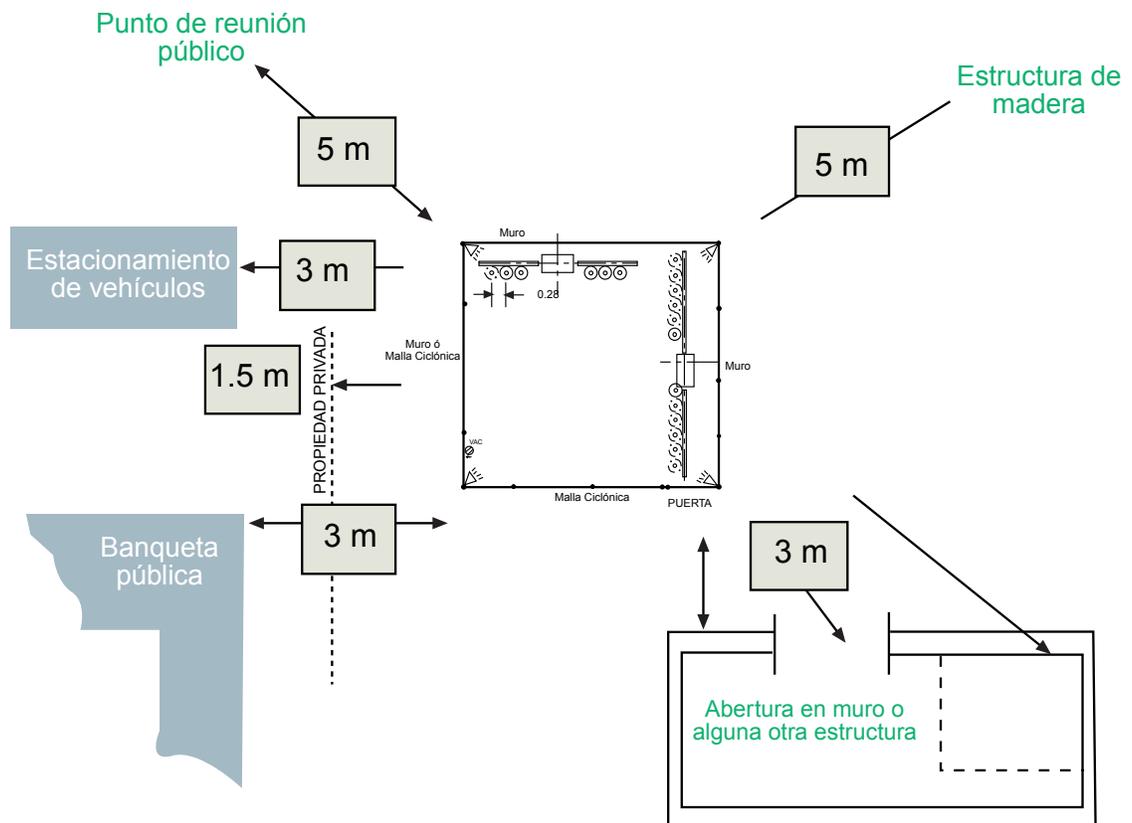


Figura 8.2.1 Ilustra las distancias mínimas de seguridad para la instalación de la central de gases.

## 8.3 Señalización

A la central de gases sólo debe entrar el proveedor de gas y el personal autorizado del establecimiento de atención médica, debidamente capacitado en el manejo. El encargado debe anotar las fechas y horas en que empieza a funcionar una bancada, la presión en los cabezales y en las líneas de distribución, y debe probar los sistemas de alarma. Todo esto debe anotarlo en la bitácora correspondiente. El responsable sanitario del establecimiento debe revisar esas anotaciones como mínimo una vez a la semana.

Como apoyo a las actividades y responsabilidad del personal de la central de gases, ésta contará con la señalización adecuada, tanto escrita como íconos, indicando: que no deben entrar otras personas, que está prohibido fumar, hacer flamas de cualquier tipo y, por último, que el encargado siempre debe utilizar el equipo de seguridad.

No deben desconectarse y retirarse cilindros para ser utilizados en otro servicio o uso y después reintegrarse a la Central de Gases. En situación de emergencia, podrán sacarse cilindros los cuales deberán terminar directamente con el proveedor, quien tiene la responsabilidad de hacer una revisión completa del cilindro y vaciar el resto del contenido.

Se muestran los anuncios de seguridad en la central de gases.



Figura 8.3.1 Ilustra las señales que debe tener la central de gases.

# 8.0 Central de Gases

## 8.4 Revisión de la Operación en la Central de Gases

1. Revisión de las conexiones de los cilindros a las mangueras que los conectan a la bancada, revisión de las válvulas check y las válvulas de seccionamiento.
2. Revisión y anotación en la bitácora de la presión manométrica en los cabezales.
3. Revisión de las presiones en las tuberías de distribución.
4. Revisión y prueba del sistema de señal de funcionamiento normal y de emergencia.
5. Limpieza externa del local.
6. Verificación del contenido de los cilindros al recibirlos.

Puntos Básicos a Revisar durante la Supervisión y Recepción de la Red de Distribución de Gases Medicinales

Concepto	Cumple		Observaciones
	SI	NO	
Tubería tipo "L"			
Conexiones de cobre			
Válvulas de bola para servicio de gases y presión de trabajo de 28kg/cm <sup>2</sup>			
Soldadura de plata al 35% si la presión de trabajo es superior a 30kg/cm <sup>2</sup>			
Soldadura de plata al 5% o fosforada si la presión es inferior a 17kg/cm <sup>2</sup>			
Soportería separación entre soportes de 2.1m			
Fijación con tornillos y taquetes			
Aislante entre tubería y soportes			
Color de identificación de acuerdo al tipo de gas que conduce			
Leyendas de identificación del gas que conduce			
Señalamientos del sentido del flujo de gas			
Lavado de tubería, conexiones, válvulas y accesorios			
Pruebas de hermeticidad a 1.5 veces más que la presión de operación			
Verificación de la presión correcta en las salidas de gases en los servicios			

# 9.0 Incremento de Capacidad para Suministro

## 9.1 De Oxígeno

A medida que el consumo de oxígeno se incrementa en el establecimiento, es necesario aumentar el número de cilindros en uso y en reserva, hasta un máximo que sea operante en consideración de varios factores. Por ejemplo, resulta inoperante manejar manifolds con más de 10 cilindros por bancada, por el espacio que ocupan y porque al proveedor no le resulta rentable surtirlos; en ese caso es recomendable pasar a otro sistema de suministro, utilizando oxígeno líquido en contenedores termo portátiles. Los termos portátiles pueden almacenar, en promedio, 165 litros de oxígeno en estado líquido, que se transforma aproximadamente en 142 m<sup>3</sup> de oxígeno en estado gaseoso, que significa 18 cilindros de 8 m<sup>3</sup>.

De esta forma surge una vertiente en el esquema de suministro, es decir, la bancada en uso se hace con un contenedor tipo termo portátil que contiene oxígeno líquido a baja presión y se deja como y a se tenía de reserva, el cabezal con los cilindros de alta presión.



Figura 9.1.1 Contenedor para el suministro de oxígeno tipo termo portátil.

El proceso que sigue para realizar el cambio en la forma de suministro lo lleva a cabo el proveedor y es el siguiente:

1. Se determina en coordinación con el responsable del establecimiento, el número de termos portátiles que pueden cubrir el consumo semanal.
2. Se especifica el número de cilindros de respaldo (que pueden ser los que ya se tienen) siempre y cuando aseguren el abasto de oxígeno por el tiempo necesario para que el proveedor surta o rellene "In Situ", el o los termos portátiles necesarios.
3. Se instala el cabezal de baja presión para los termos portátiles.
4. Se conecta el nuevo cabezal a la válvula múltiple, haciendo las adaptaciones que sean necesarias en el sistema de señal de funcionamiento normal y en la alarma de emergencia, para que funcione con baja presión.

El sistema de suministro con termo portátil y reserva con base en los cilindros de alta presión, debe estar conformado por:

1. Manifold con cabezal para termo portátil de baja presión.
2. Bancada en uso con termo portátil (se puede aumentar su número de acuerdo al consumo en el establecimiento).
3. Bancada de reserva con los cilindros de alta presión con los que ya contaba el establecimiento.
4. Válvula múltiple para cambio de cabezal, que funcione en forma manual para cambiar el cabezal de suministro, o bien en forma automática.
5. Para mayor seguridad del sistema debe tener un dispositivo de alarma para cuando se disminuya la presión del gas en la línea de distribución, similar al que se describió en relación con el manifold mínimo, de hecho la alarma sólo debe ajustarse a los nuevos niveles de presión de suministro.

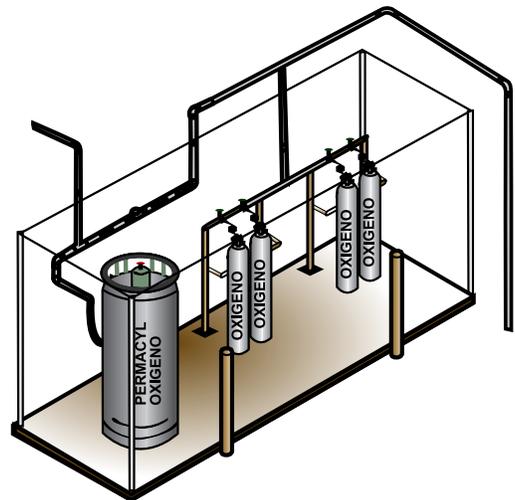
### 9.1.1 Termos Portátiles

Los termos portátiles están constituidos por dos recipientes concéntricos con espacio anular entre ellos. El tanque interior es de acero inoxidable y el exterior puede ser construido de acero inoxidable o de acero al carbón.

Una de las principales características de estos contenedores es que en espacio anular<sup>18</sup> se hace vacío y se rellena con material aislante térmico<sup>19</sup>, el que impide el paso del calor del medio ambiente al interior del termo, lo que permite mantener en estado líquido su contenido.

Al disminuir la temperatura por debajo de 183 °C el oxígeno se vuelve líquido, a la presión atmosférica usual, al aumentar la temperatura pasa a su forma gaseosa. Por eso es importante mantener en buen estado el aislamiento térmico.

El procedimiento para cambiar los termos portátiles vacíos por llenos, es similar a los que se describió para los cilindros.



*18 Espacio anular: área que existe entre dos recipientes circulares.*

*19 Aislamiento térmico: conjunto de materiales destinados a reducir el intercambio de calor entre el medio externo y el interior del contenedor.*



Figura 9.1.1.1 Ilustra las principales partes de un termo portátil, incluyendo unos cortes para definir su interior.

Las presiones manométricas que generalmente se manejan con estos termos portátiles son de 15.5 kg/cm<sup>2</sup> para el oxígeno. En cuanto a los aditamentos de seguridad, los termos cuentan con válvulas de alivio y dispositivos con membrana o diafragma de ruptura, que al accionarse por el incremento de presión permiten su control dejando escapar el gas a la atmósfera.

El incremento de presión puede producirse por calentamiento del termo portátil generando una mayor vaporización<sup>20</sup> del oxígeno líquido, lo que indica que los termos deben mantenerse a baja temperatura, alejados de cualquier fuente de calor natural o artificial.

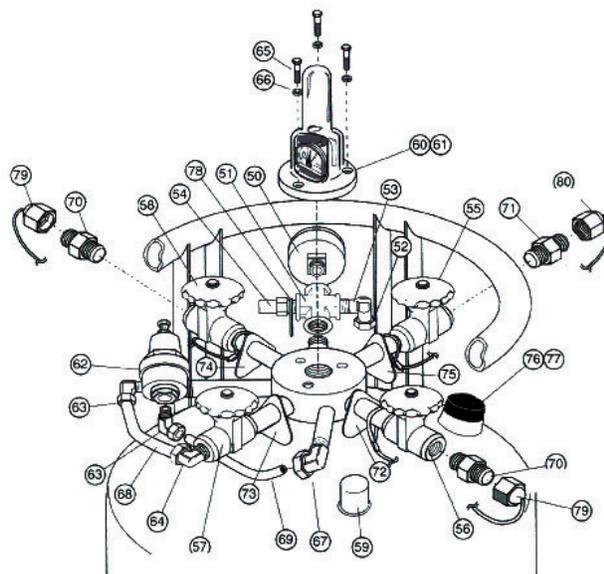


Figura. Componentes de la parte superior del termo portátil.

	Descripción
50	Manómetro-1/4 cbm (0-400 p si)*
51	Cruz-1/4"fpt
52	Disco ruptura-1/4"mpt (400psi)
53	Codo-1/4"mpt
54	Válvula. seguridad-1/4"mpt(230p si)*
55	Válvula. globo 3/8"npt (uso de gas) (verde)*
56	Válvula de globo - 3/8" npt (valv.de líquido) (azul)
57	Válvula de globo - 3/8" npt (valv. de presión) (verde)
58	Válvula. globo - 3/8"npt (venteo) (plateada)
59	Conexión bomba de vacío
60	Indicador de nivel*
61	Protector del indicador de nivel (azul)
62	Regulador - economizador (125 psi / 8.6 bar)
63	Codo de 90° - 3/8" od x 3/8" npt (oxígeno)
64	Codo macho - 3/8" od x 3/8" mpt
65	Tornillos - 1/4 - 20 x 5/8"lg (ss)
66	Arandelas - 1/4" (ss)
67	Codo de 90° - 3/8"od x _"fpt
68	Tubo de cobre - 3/8" odt - 5"
70	Conector macho 1/2"odt x 3/8"npt (oxígeno)
71	Salida de gas - 3/8" npt (oxígeno)
72	Placa de identificación (líquido / llenado)
73	Placa de identificación (sistema incremento de presión)
74	Placa de identificación (venteo)
75	Placa de identificación (uso de gas)
76	Tapón protector del disco de ruptura de vacío
77	Sello de garantía (disco de ruptura)
79	Tapón - 5/8" odt (oxígeno)
80	Tapón (oxígeno)

#### 9.1.1.1 Descripción de la Operación de un Termo Portátil

El ter mo portátil a diferencia de un cilindro, cuenta con más dispositivos de control y de seguridad, los cuales deben ser conocidos por el responsable de la central de gases, debe identificar cuales son los instrumentos o accesorios que monitorea, (observación repetida y anotación en la bitácora), para asegurar el correcto abasto de gases medicinales .

Algunos de estos componentes son usados exclusivamente durante la operación normal y requieren de estricta vigilancia por parte del encargado de la central de gases .

A continuación se mencionan algunos de ellos:

- Manómetro (50)<sup>21</sup>; indica la presión de operación del termo portátil, dicha presión debe mantenerse siempre para garantizar el abasto en el punto más alejado de la red de distribución del establecimiento.
- Válvula de seguridad (54); cuando ésta ha operado frecuentemente puede llegar a descalibrarse, por lo que es posible que operen por debajo de la presión de calibración (230 Psi<sup>22</sup>). Si el consumo es interrumpido, parte del líquido almacenado se vaporiza y se incrementa la presión en el termo, pero dentro del rango de funcionamiento normal. Sin embargo, si la válvula está descalibrada se puede "aliviar" la presión perdiendo gas.
- Indicador de nivel (60); permite saber cuál es el nivel del líquido contenido en el termo. Es una de las variables que se utiliza para tomar la decisión de cambiar la válvula múltiple, para que suministre el gas la bancada de reserva y solicitar la recarga del ter mo.
- Válvula de globo (55); esta válvula se usa para suministrar de manera continua y segura el gas contenido en el termo. Se conecta al cabezal del manifold por medio de mangueras flexibles de acero inoxidable. Esta válvula al igual que la de los cilindros , deber ser la conexión CGA 540 y se identifica con color verde.
- Válvula de globo, líquido (56); esta válvula sirve durante el proceso de llenado del termo por lo cual no debe ser manipulada durante la operación, se identifica con el color azul.
- Válvula de globo (57); esta sirve para liberar la presión del termo en caso que se incremente por arriba de los niveles que soporta el tanque , evitando su explosión.

*21 Número con el que se identifican en el Cuadro*

*22 PSI: unidades en las que se mide la presión, que significan libras/pulgada cuadrada manométrica.*

- Válvula de globo, venteo (58); ésta sirve para liberar constantemente el excedente de oxígeno en estado gaseoso que se genera por la transferencia de calor hacia el interior del termo.

En estricto apego a la norma NOM - 016, los termos portátiles para suministrar oxígeno se identifican de la siguiente forma: si el tanque exterior está fabricado en acero inoxidable, se le coloca una calcomanía perimetral de color verde con la leyenda Oxígeno. Pero si el tanque exterior del termo es de acero al carbón, debe estar pintado de blanco con el hombro de color verde, Pantone 575 C. además de la calcomanía perimetral mencionada, los termos que están fabricados con acero inoxidable también deben tener una etiqueta que identifique el contenido y su calidad, grado de pureza. Además para indicar que el contenido tiene la calidad "medicinal" cuenta con una cruz de color rojo.

## 9.2 De Oxido Nitroso

A medida que los consumos de óxido nitroso se incrementan en el establecimiento, es necesario aumentar el número de cilindros en la bancada del manifold mínimo antes descrita, en el caso de que aún requieran más suministro de gas, se puede instalar un nuevo cabezal con otra bancada de cilindros de óxido nitroso.

Sin embargo, es posible que por análisis de costo beneficio entre el responsable sanitario del establecimiento y el proveedor, concluyan que es más adecuado el suministro con contenedores del tipo termo portátil, que contienen óxido nitroso licuado<sup>23</sup>.

En el caso del termo portátil para óxido nitroso, aplican las mismas reglas para identificación que con el oxígeno, con el cambio de color del hombro en azul, con la calcomanía perimetral azul y la leyenda de óxido nitroso. La cruz de color rojo indica calidad de tipo medicinal.



Figura9.2.1 Termo portátil para el suministro de óxido nitroso.

<sup>23</sup> Algunos gases al incrementar la presión y disminuir la temperatura pasan al estado líquido, se licuan.

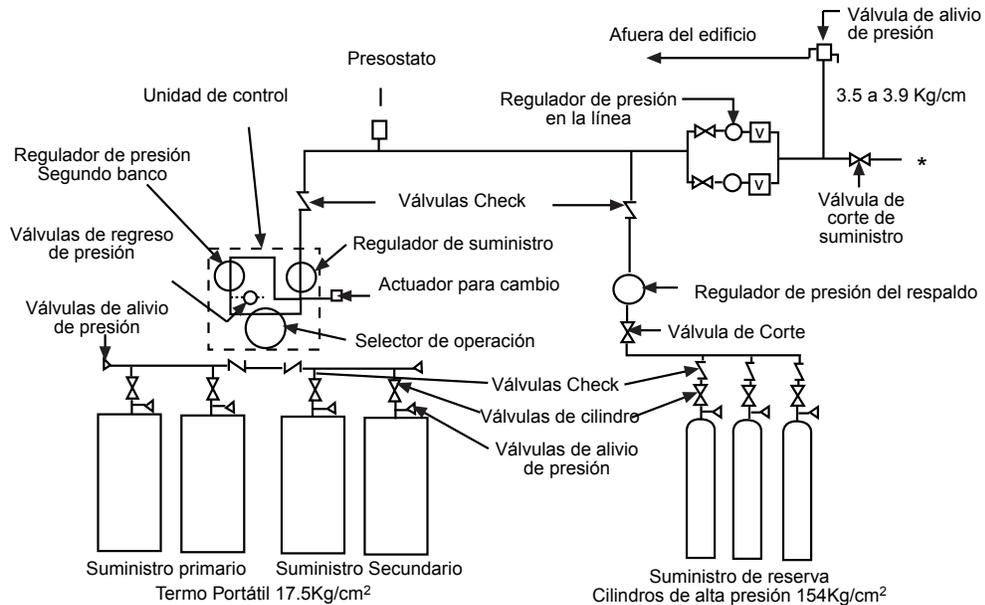
### 9.3 Señalamientos Básicos de Seguridad

Independientemente del gas que contengan, sea oxígeno u óxido nitroso, los contenedores tipo termo portátil deben contar con los siguientes señalamientos de seguridad:

- Leyenda en una etiqueta perimetral, que indique qué gas contiene; oxígeno u óxido nitroso y cuando tienen calidad medicinal, indicándola por el símbolo de una cruz roja.
- El cuadrángulo de seguridad, con cada una de sus áreas correctamente identificadas y con la expresión del riesgo que representa.
- La capacidad de almacenamiento en litros.
- Instrumentos de medición correctamente identificados: manómetro e indicador de nivel del líquido.
- Identificación de válvulas: de seguridad, de presión (verde) de venteo (plateada) y para rellenarlo (azul).
- Diagrama de operación.
- Reglas básicas de seguridad para casos de emergencia.
- Números de los teléfonos de emergencia.
- Leyenda con el nombre del proveedor en la parte superior.

## 9.4 Partes y Componentes de un Manifold

A continuación se presenta el diagrama de un manifold para suministrar oxígeno con base en dos bancadas de dos termos portátiles cada una y respaldo con cabezal y bancada de cilindros de alta presión.



El suministro puede consistir de uno ó más unidades de suministro en cada bancada.

Figura 9.4.1 Diagrama de un manifold para oxígeno con suministro de termos portátiles y reserva de cilindros.

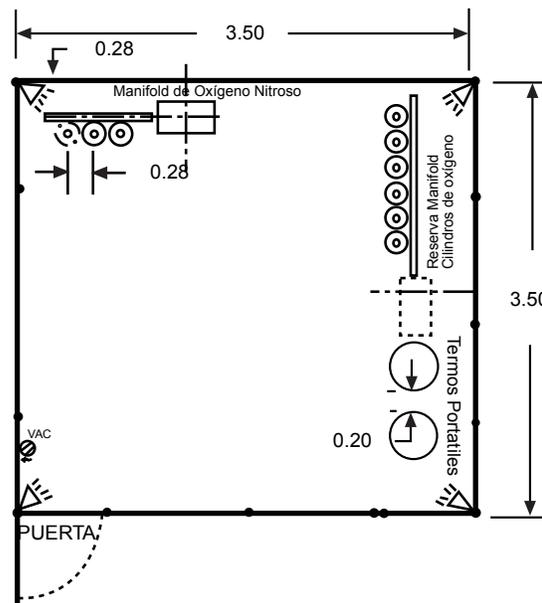


Figura 9.4.2 Plano de una central de gases para suministro de oxígeno con termos portátiles y respaldo de cilindros, y óxido nitroso con suministro y reserva de cilindros.

En todo establecimiento de atención médica, al momento de usar el oxígeno para aplicarlo a un equipo o al paciente, debe estar en forma gaseosa y no líquida. Para convertir el líquido en gas, el contenedor cuenta con un serpentín soldado internamente a las paredes del recipiente externo. De esa forma, el líquido al fluir a través del serpentín que está soldado a las paredes, tiende a igualar la temperatura ambiente, mientras que el líquido almacenado posee temperaturas muy bajas. Esta diferencia térmica hace que el líquido sea la fase gaseosa.

En este caso no se requiere colocar válvulas check en cada contenedor de la fuente de suministro, basta con colocar una para cada fuente, en el o los cabezales de baja presión. Ver diagrama esquemático.

Los criterios que se utilizan para la construcción de un manifold mixto de este tipo son muy similares a los descritos para el manifold con cilindros.

El área requerida será función del número de termos portátiles que se instalen, que a su vez dependerán de los perfiles de consumo.

## 9.5 Operación del Manifold para Oxígeno con Termos Portátiles y Reserva con Cilindros de Alta Presión

Cuando la presión del manómetro del termo portátil y el nivel del líquido indican que el contenido está agotado, se procede a cambiar de cabezal, moviendo el maneral de la válvula múltiple para seleccionar el otro cabezal y proceder de inmediato a cambiar los letreros de sobreponer "tanques llenos" y "tanques vacíos" así como proceder a cambiar los vacíos o hacer todos los trámites correspondientes para que el proveedor los rellene.

La sustitución de los termos portátiles se realiza de la siguiente forma:

1. Revisar que el indicador del nivel del líquido (60) del termo marque cero.
2. Cierre la válvula de globo identifica como uso de gas (55) del termo portátil.
3. Libere el gas atrapado aflojando lentamente la interconexión de la manguera flexible de la salida de gas (71) del termo portátil.
4. Retire el termo portátil vacío.

5. Coloque el termo portátil lleno en el lugar del vacío.
6. Abrir lentamente la válvula uso de gas (55) del termo portátil, para retirar partículas extrañas y ciérrela.
7. Conecte la manguera flexible al termo portátil lleno.
8. Abra lentamente la válvula de globo uso de gas (55).
9. Asegúrese de que no hay fugas en la conexión.

### 9.6 Termos Estacionarios

Este sistema de suministro debe usarse cuando el consumo de oxígeno es muy alto y el proveedor no puede surtir los termos portátiles en el tiempo y cantidad que se requiere.

Los termos estacionarios son recipientes utilizados para almacenar oxígeno en forma de líquido criogénico y suministrarlo en su forma gaseosa. El tanque o constituye un recipiente interior y uno exterior o "camisa", al espacio entre los dos recipientes se le hace vacío y se llena con material aislante, generalmente perlita.

El recipiente interior está preparado para resistir una presión máxima de  $15 \text{ kg/cm}^2$ ; está fabricado de acero inoxidable o acero con 9% de níquel, su función es contener el líquido criogénico, mientras que la "camisa" exterior se fabrica en acero al carbón y su función es sostener el material de aislamiento térmico y soportar el recipiente interior.



Figura 9.6.1 Ilustra las principales partes funcionales del tanque criogénico.

El termo estacionario, en su componente interno, mantiene una temperatura menor a menos 183 °C, por lo que el oxígeno permanece en estado líquido; el aislamiento se forma por es espacio anular (vacío) y la perlita.

Los sistemas que integran un termo estacionario que contiene oxígeno líquido son:

- Sistema de vaporización.
- Sistema de llenado.
- Sistema de seguridad.
- Sistema de soporte y fijado a la cimentación.

La configuración de las tuberías de los termos estacionarios se modifica de proveedor a proveedor.

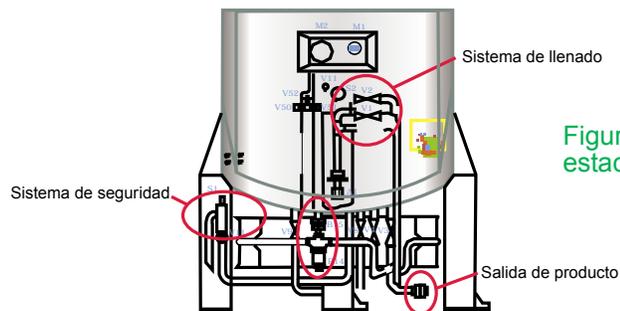


Figura 9.6.2 Ilustra la parte inferior del termo estacionario.

Para que el oxígeno sea transformado del estado líquido al gas, se requiere que pase por un serpentín o evaporador que actúa como intercambiador de calor con el medio ambiente. Este evaporador debe quedar ubicado cerca del termo estacionario.

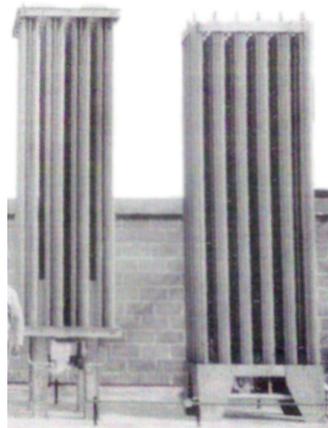


Figura 9.6.3 Ilustra el evaporador ambiental, que transforma el oxígeno líquido a oxígeno gaseoso.

### 9.6.1 Capacidades de los termos estacionarios:

Existen diversos fabricantes de tanques termo estacionarios, de diferentes capacidades y formas (vertical u horizontal). En este trabajo sólo nos referiremos a los de tipo vertical, por ser los más comunes.



Figura. Ilustra un termo estacionario con su evaporador.

- Leyenda que indique el tipo de producto que almacena.
- El cuadrángulo de seguridad, correctamente identificado.
- Capacidad de almacenamiento.
- Instrumentos de medición, correctamente identificados.
- Identificación de válvulas.
- Diagrama de operación.
- Reglas básicas de seguridad, para casos de emergencia.
- Teléfonos de emergencia.
- Leyenda con el nombre del proveedor en la parte superior.

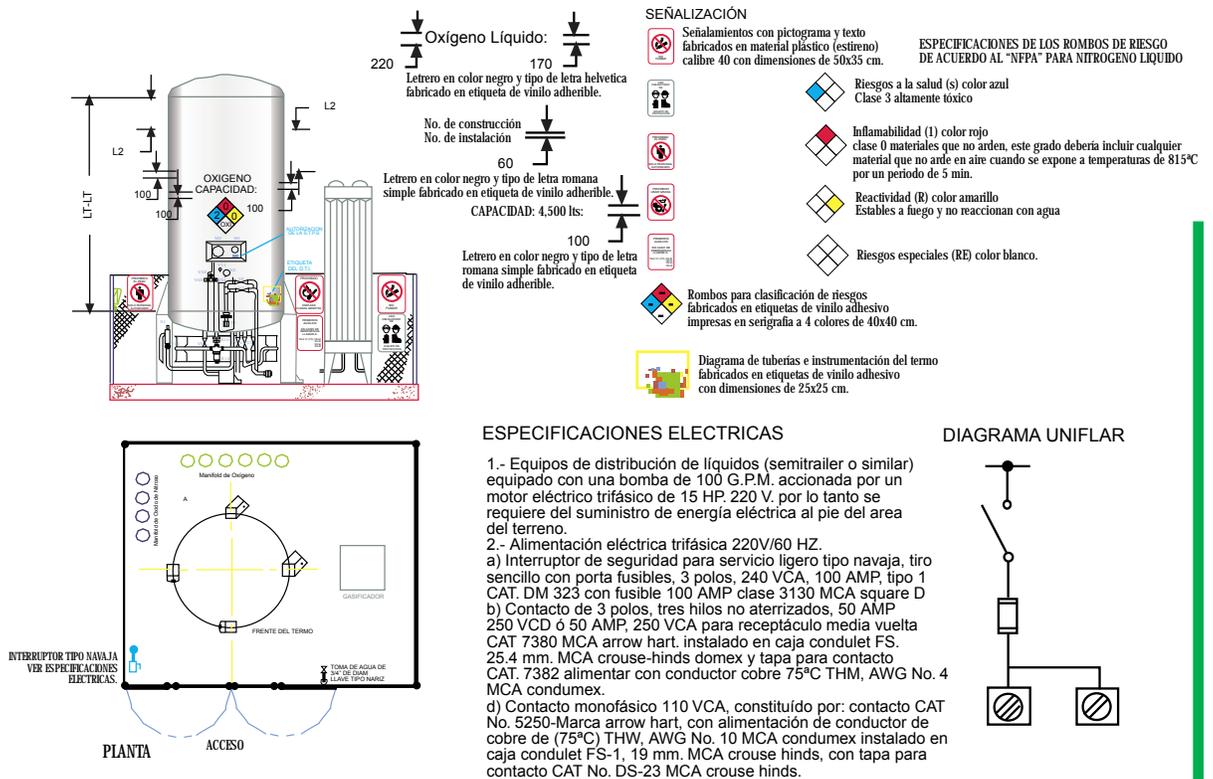


Figura 9.6.1.2 Ilustra central de gases con manifold con suministro principal con termo estacionario y respaldo con cilindros de alta presión.

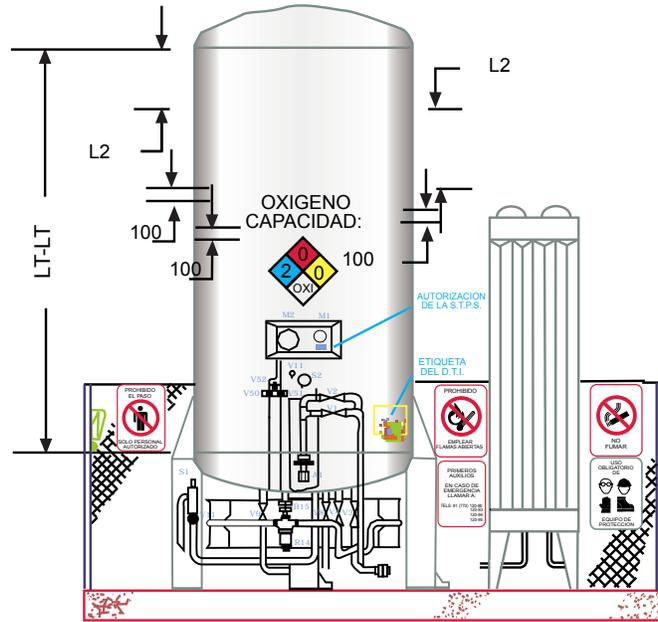


Figura 9.6.1.3 Ilustra Elevación de central de gases con manifold con suministro principal con termo estacionario y respaldo con cilindros de alta presión.

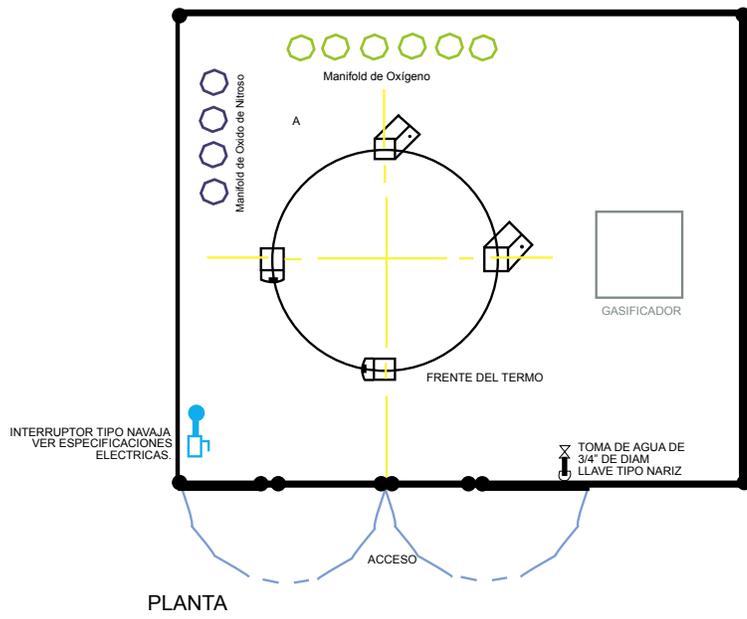


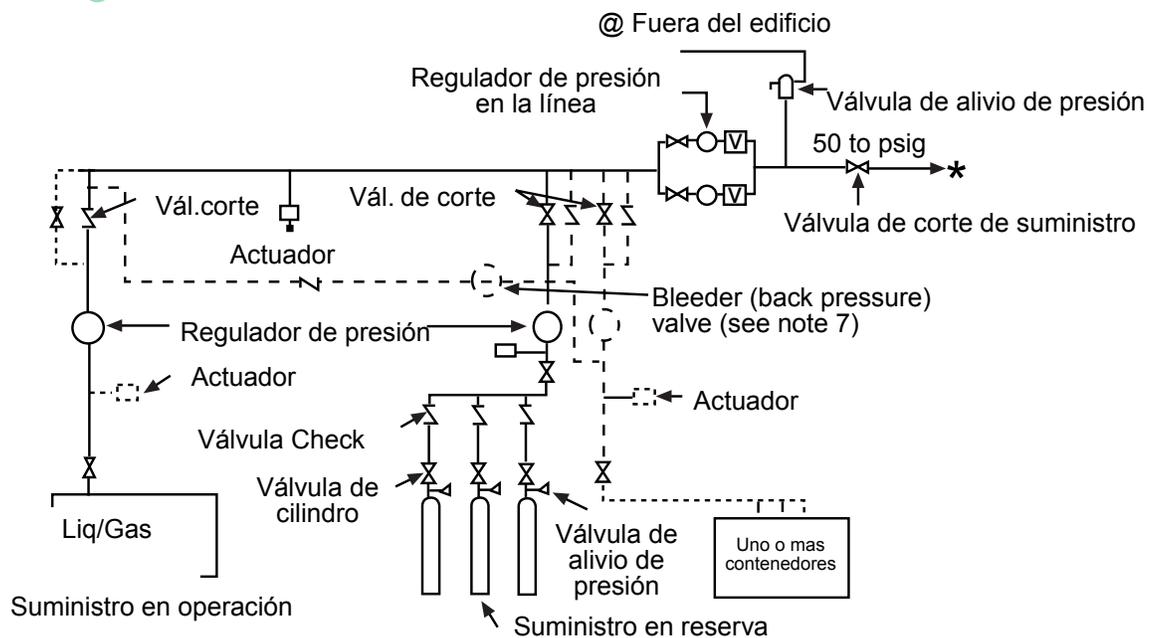
Figura 9.6.1.4 Ilustra vista en planta central de gases con manifold con suministro principal con termo estacionario y respaldo con cilindros de alta presión.

## 9.6.2 Instalaciones en la Central de Gases:

El sistema con termo estacionario es una de las formas de suministrar el oxígeno a granel y presenta la gran ventaja de almacenar grandes volúmenes de gas, en espacios relativamente pequeños.

El sistema está compuesto de los siguientes elementos:

- Termo estacionario.
- Vaporizadores ambientales.
- Sistema de reserva.
- Sistema de regulación de presión.
- Presostatos.
- Válvulas de corte.
- Tuberías de interconexión.
- Instalación eléctrica.
- Sistema de alarmas.



☐ Válvula de corte ó check

Figura 9.6.2.1 Suministro con termo estacionario y respaldo con cilindros de alta presión.

El manifold con termo estacionario tiene dos fuentes de suministro de oxígeno, una de las cuales funciona como reserva para ser usada sólo en caso de emergencia <sup>24</sup>; por lo que un presostato será instalado en el panel principal de alarmas, para indicar cuando el sistema de reserva inició el suministro a la red.

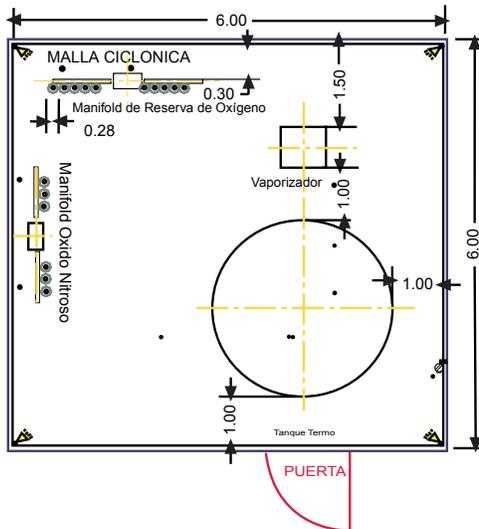


Figura 9.6.2.2 Plano en planta de una central de gases con suministro principal por termo estacionario y respaldo de cilindros.

A diferencia de las otras formas de suministro, ésta requiere de una mayor área en la central de gases, así como también de servicios auxiliares tales como:

- Agua.
- Energía eléctrica.
- Cimentación de soporte y fije el tanque estacionario.
- Iluminación de la central de gases, en particular el área de manómetros, indicadores y válvulas de control.
- Vías de acceso seguras, construidas con materiales que no representen riesgo de combustión.

La selección de la ubicación de la central de gases se hace cumpliendo los criterios mínimos de seguridad que se describen en el capítulo correspondiente.

<sup>24</sup> El sistema de respaldo será definido en función del consumo promedio diario y de la velocidad de respuesta que el proveedor de gases puede dar.

### 9.6.3 Distancias de Seguridad

Los criterios de distancias de seguridad se modifican cuando se utilizan termos portátiles o termos estacionarios. A continuación se muestran dos figuras que ilustran las distancias que deben existir entre la central de gases y materiales o infraestructura.

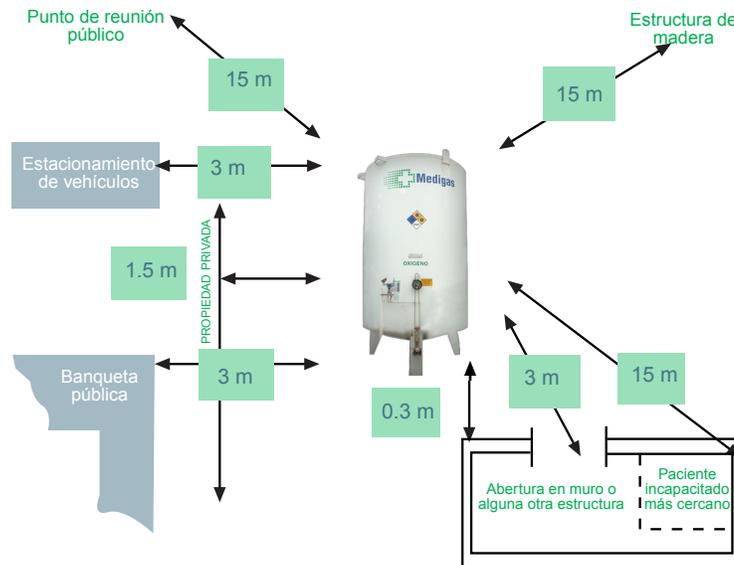


Figura 9.6.3.1 Ilustra las distancias mínimas de seguridad para la instalación de la central de gases.

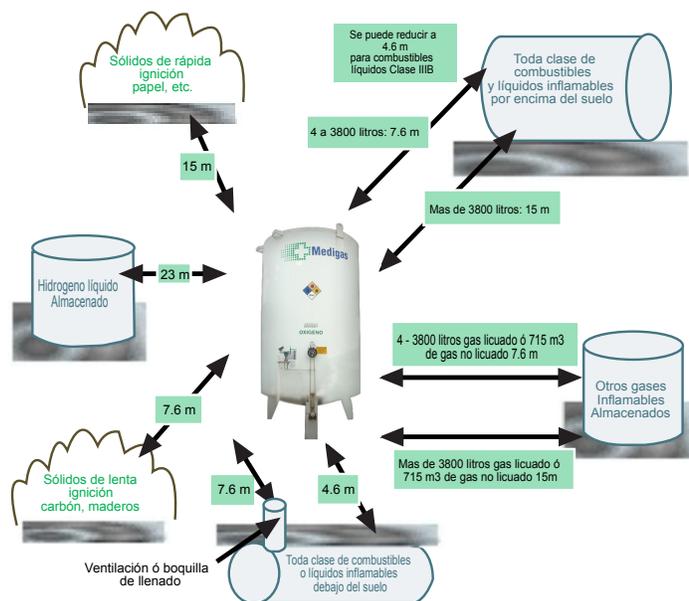


Figura 9.6.3.2 Ilustra los tipos de factores que establecen la situación de la central de gases.

# 10.0 Norma de Seguridad

061

El oxígeno y el óxido nitroso reaccionan químicamente con sustancias orgánicas produciendo calor, esta reacción puede llevarse a cabo en forma explosiva, por lo que se deben mantener todos los materiales combustibles y fuentes potenciales de ignición alejados de la central de gases o de las tomas de gas en los servicios.

Todo el equipo que va a ser utilizado en el suministro de oxígeno, ya sea a partir de gas o de líquido, debe ser específicamente limpiado para remover todos los rastros de aceite, grasas u otros hidrocarburos.

**Precaución:** Nunca permita que aceite, grasa, diesel u otras sustancias combustibles estén en contacto con cilindros, válvulas, reguladores, mangueras flexibles ("pigtailes"), herramientas y conexiones utilizadas para el oxígeno y el óxido nitroso, ya que se pueden combinar con estas sustancias en forma explosiva.

La Central de gases debe contar con herramienta para conectar y desconectar contenedores; exclusiva (no debe salir) del local.

Nunca lubrique válvulas, reguladores, manómetros o conexiones con aceite u otro material combustible. Nunca maneje los cilindros con manos o guantes manchados con aceite. Nunca almacene los cilindros donde pueden entrar en contacto con aceite, grasa o materiales combustibles.

El oxígeno y el óxido nitroso, también presentan un potencial para la oxidación de los cilindros de acero, pudiendo "carcomerlos" reduciendo su resistencia. Por lo cual los cilindros deben ser inspeccionados regularmente, para asegurar que la oxidación no ha reducido la resistencia del cilindro al punto de volverlo inseguro para su uso.

## 10.1 Sistemas de Alarmas

Para asegurar la correcta operación, los sistemas de suministro de gases medicinales deben contar con sistemas de señal de funcionamiento normal y alarma de emergencia, este sistema de señales y alarma debe estar conectado al suministro de energía eléctrica normal y de emergencia. Las señales luminosas y sonoras deben estar localizadas en aquellos lugares donde exista personal laborando las 24 horas del día.

Por lo general, son colocadas en la oficina del personal de mantenimiento y en la central de enfermeras de alguno de los diferentes servicios médicos que funcionan las 24 horas, por ejemplo de urgencias.

El sistema de señal indica la operación normal dentro de la organización funcional establecida, ya que indica cuál de los cabezales se encuentre en uso. La señal de emergencia indica la disminución importante del suministro de los gases correspondientes, como se describió antes, para indicar que debe hacerse el cambio de bancada en forma manual o automática.

El presostato para activar la alarma de emergencia es calibrado de tal manera que se active al disminuir la presión nominal de trabajo en un 25%. Tal y como lo indica la Norma NOM - 016-SSA3- 2012 en el numeral 6.1.3.2.9.

Gases que comúnmente se manejan en la central de gases y sus riesgos:

Gas / estado	no. onu	Clasificación	Riesgos
Oxígeno gas	1072	Oxidante no inflamable	Acelera la combustión, alta presión, incompatibilidad de materiales.
Oxígeno Líquido	1073	Oxidante no inflamable	Acelera la combustión, sobre presión, quemaduras, incompatibilidad materiales.
Óxido nitroso Gas/líqu.	1070	Oxidante no inflamable	Acelera la combustión, alta presión, quemaduras, asfixia, incompatibilidad materiales.

## 10.2 El Peligro de la Presión en los Cilindros

Debemos reconocer que la compresión de cualquier gas introduce riesgos, ya que además de agregar más gas, también almacenamos fuerza, la cual actúa sobre las paredes del cilindro, tuberías y en las salidas o tomas finales.

La única manera segura de manejar presiones es:

- Utilizar equipos de regulación y alivio automático, dispositivos de ruptura diseñados para proteger a las personas y a los sistemas.
- Asegurarse de que los contenedores (cilindros o termo portátil o estacionario), tuberías del cabezal, de distribución, tomas de salida y recipientes para el suministro a los pacientes, cumplen con los estándares requeridos para soportar la presión y flujo a lo que estarán sujetos.

Para el manejo seguro de la presión es también muy importante conocer sus diferentes unidades de medición y los factores de conversión entre ellas, como se muestran en la siguiente tabla:

	Kg/cm <sup>2</sup>	Atm	bar	psi (libra/pulg <sup>2</sup> )	kpa	mm hg
1 kg/cm <sup>2</sup>		0.968	0.980	14.2	98	736
1 atm	1.033		1.013	14.7	101.3	760
1 bar	1.020	0.987		14.5	100	750
1 psi (libra/pulg <sup>2</sup> )	0.070	0.068	0.069		6.894	51.7
1 kpa	0.010	0.010	0.010	0.145		7.50
100 mm hg	1.360	1.316	1.333	19.33	133.3	

## 10.3 Riesgos y Medidas de Seguridad para Manejo de Gases Licuados.

Todos los gases licuados (óxido nitroso), se llenan en cilindros por peso y no por volumen (litros), a una cantidad determinada (menor que la capacidad total del cilindro), para permitir la expansión que significa el cambio de líquido a gas y el aumento de presión a un nivel seguro, cuando aumenta la temperatura en el contenedor. Si un contenedor se llena casi completamente, la presión hidrostática resultante por el aumento de temperatura puede causar la ruptura del cilindro o de su dispositivo de seguridad.

Al salir el óxido nitroso del contenedor se puede formar escarcha en las paredes del contenedor (ya sea cilindro o termo portátil), debido al efecto refrigerante de la vaporización del líquido en el cilindro, haciendo que el flujo y la presión se puedan volver inadecuados. Esto puede dañar las válvulas de seguridad y de suministro por lo que debe vigilar que no ocurra.

Se debe enfatizar que bajo ningún motivo se deben calentar los cilindros de gases licuados con un baño maría, vapor o flama, porque se podría crear presión suficiente para romper el cilindro.

### 10.3.1 Sobrepresiones

En el manejo de oxígeno líquido es sumamente importante que se conozca la capacidad que tiene de expandirse cuando se transforma de líquido a gas, de hecho, lo único necesario para este cambio, es la transferencia de calor generalmente del medio ambiente al interior de los contenedores, debido a la extremadamente baja temperatura a la que se encuentra el oxígeno (-183 °C). La diferencia de temperatura entre el medio ambiente y la del oxígeno líquido es de alrededor de 200 °C.

La expansión que se realiza cuando el O<sub>2</sub> como líquido criogénico se transforma en gas del orden de 700 a 900 veces, por ejemplo; un metro cúbico de oxígeno líquido produce 860 metros cúbicos de oxígeno gaseoso (a 21 °C y 1 atm). Lo que representa en números redondos cien cilindros.

producto	Condiciones líquido	Condiciones del gas	vol. gas / vol. líq.
1 m <sup>3</sup> oxígeno líq.	1 atm. -183°C	1 atm, 21°C	860.5 m <sup>3</sup> gas

Por lo anterior, todos los equipos que manejan líquido criogénico deben tener dispositivos de seguridad (válvulas de seguridad) que deben calibrarse periódicamente, como mínimo se recomienda una vez al año (o más, si se encuentran operando en ambientes corrosivos, como el estar cerca del mar). Estos dispositivos de seguridad nunca deben ser bloqueados, para evitar la posible ruptura del recipiente y causar lesiones al personal.

Es también importante mencionar que los sistemas que transportan los líquidos criogénicos, así de las tuberías, deben estar provistos de dispositivos de seguridad, como marca la regla de oro de diseño para el manejo de líquidos criogénicos: "siempre que exista la posibilidad de que pueda quedar atrapado líquido criogénico entre dos válvulas o dispositivos, debe haber un dispositivo de alivio de presión".

No se debe confiar únicamente en los procedimientos operativos, por ejemplo, los de purga o el de vaciado de las líneas o mangueras una vez que ha concluido el llenado, debido a la posibilidad latente de un error humano. Esto indica que en las tuberías de los hospitales debe haber válvulas de alivio de presión y dispositivos de seguridad, cuando utilicen tanques estacionarios criogénicos.

### 10.3.2 Quemaduras por Frío

Dado que los líquidos criogénicos como el oxígeno líquido se encuentran a temperaturas extremadamente bajas, el contacto con el líquido o con los equipos (tuberías, válvulas, etc.) que manejan estos productos puede causar una quemadura por frío o congelamiento. Los metales extremadamente fríos causan que la piel se adhiera rápidamente a ellos y se desgarra al tratar de despegarla.

Extensos daños a la piel y quemaduras pueden resultar de la exposición de la piel a los líquidos criogénicos o al gas frío, en caso de quemaduras, se debe colocar el área afectada en agua tibia, nunca caliente (con una temperatura inferior a los 40 °C), y llamar a un médico. Se debe evitar calentar o frotar el área afectada porque agravaría la lesión.

### 10.3.3 Derrames de Líquidos criogénicos (Oxígeno Líquido):

- Cuando se derrama oxígeno líquido existe el peligro de que el líquido sature algún material combustible (tal como suelos pavimentados o contaminados con aceite, grasas, pinturas, solventes o cualquier otro tipo de desperdicio orgánico) y que la mezcla explote. El incendio de tales mezclas puede ser iniciado por fuentes de ignición tales como chispas estáticas, llamas abiertas, chispas de pulidores, motores eléctricos o de combustión interna, impactos, rozamientos y/o corto circuito.

- Se debe evitar que el personal se mueva a través de o en la bruma de un derrame de oxígeno líquido (riesgo de incendio y quemaduras) dado que esta nube está enriquecida con oxígeno, lo cual significa alto riesgo de incendio y quemaduras por el líquido criogénico. Al ocurrir un derrame de oxígeno líquido, todo el equipo de transporte, así como cualquier otro equipo que actúe como una fuente de ignición debe ser apagado y desconectado del enchufe eléctrico.
- El área afectada debe ser aislada, barricada y señalada; si esto no es posible, una persona debe permanecer fuera del área de peligro, en dirección opuesta al viento, para advertir al resto del personal del peligro, con el equipo de protección personal indispensable. No se debe permitir movimiento de ningún tipo de equipo sobre una marca de escarcha de un derrame de oxígeno líquido.
- Si el oxígeno líquido cae en hoyos, fosas, trincheras o resumideros, al ser más pesado que el aire tenderá a quedarse ahí, por tal motivo debe ser purgado o aireado. El no hacerlo puede traer por consecuencias un incendio y/o una explosión.
- Cuando se produce un derrame o fuga de oxígeno líquido, la diferencia de temperaturas entre el producto y el medio ambiente crea una nube blanca y densa, asociada con la condensación de la humedad del medio ambiente, y es un indicador de derrame criogénico.
- En el caso de una fuga extensa se produce una zona libre de neblina justo en el centro de la fuga, donde el aire es reemplazado completamente por el oxígeno liberado. En las medidas de seguridad se debe considerar los problemas de tráfico que eso pueda ocasionar. El oxígeno líquido es siempre más pesado que el aire y tiende a dirigirse a lugares bajos (trincheras, sótanos, depresiones etc.) y permanecer ahí mucho tiempo.
- En el caso de una fuga o derrame de oxígeno líquido, es sumamente importante, apagar todas las posibles fuentes de ignición, y si es posible, cerrar la fuente de fuga y ventilar el área adecuadamente, así como evitar el contacto con el líquido derramado.

En el caso de que el oxígeno líquido se derrame sobre asfalto u otra superficie contaminada con combustibles (como concreto o grava manchado con aceite) por de ningún motivo se debe caminar o rodar equipo sobre el área por lo menos durante media hora después que se ha desaparecido la escarcha.

Una fuerte reacción explosiva de detonación puede ocurrir simplemente por el impacto o choque con la superficie. En el caso de un incendio, se debe tener cuidado de nunca dirigir el agua hacia el sistema de venteo (válvulas de seguridad) debido a un posible taponamiento causado por la formación de hielo.

## 10.3.4 Sistemas de identificación de Materiales Peligrosos:

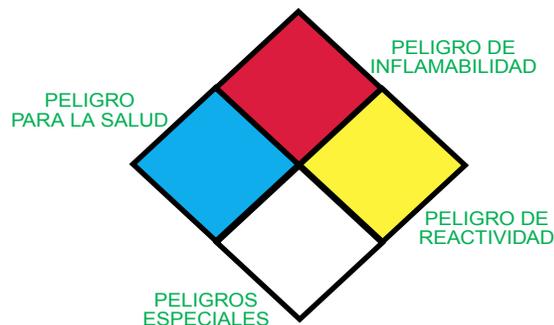
Materiales peligrosos son aquellos que, por su naturaleza, producen o pueden producir daños momentáneos o permanentes a la salud humana, animal o vegetal, al medio ambiente y a los elementos materiales tales como instalaciones, maquinarias, edificios, etc.

Existen dos sistemas de identificación de materiales peligrosos que utilizamos:

1. El sistema de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT).
2. El sistema de la NOM-114-STPS-1994 basado en la NFPA - 704 de la Asociación Nacional de Protección Contra Incendios de Estados Unidos de América (National Fire Protection Association).

### Sistema de identificación de los peligros de los materiales bajo condiciones de fuego:

El sistema está constituido de un rombo dividido en cuatro partes, con diferentes colores; tres se utilizan para especificar el riesgo asociado: para la salud, en azul; inflamabilidad, en rojo y reactividad, en amarillo. El cuarto (blanco) se asocia a riesgos o peligros especiales como radioactividad, ácido corrosivo etc.



Simbología de acuerdo con la ONU

A cada cuadro se le agrega un número que pondera el potencial para causar lesiones, de la siguiente manera:

- 4 muy alto
- 3 alto
- 2 moderado
- 1 leve
- 0 mínimo

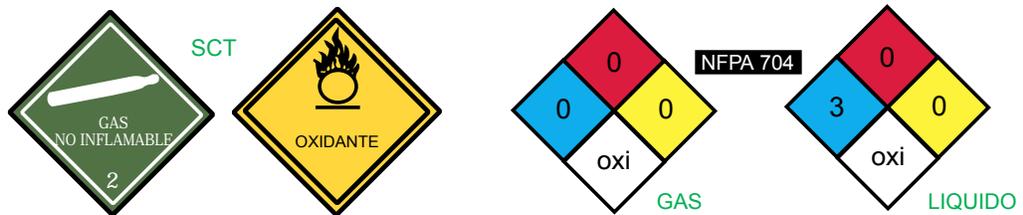
A continuación se presenta el rombo con la clasificación de sus componentes para el oxígeno y posteriormente, para el óxido nitroso, de acuerdo al sistema de la SCT y a la NFPA A.

## Oxígeno

Código de color: verde

Número de identificación como:

- Gas comprimido: ONU - 1072
- Líquido refrigerado: ONU - 1073
- Clasificación SCT y NFPA 704



## Riesgos del Oxígeno

Gas	Líquido
Enriquecimiento de la atmósfera	Enriquecimiento de la atmósfera
Contaminación	Contaminación
Riesgo de incendio	Riesgo de incendio
Presión	Sobrepresión
	Quemaduras
	Derrames

## Precauciones:

Una regla muy importante en el manejo de oxígeno es llamarlo siempre por su nombre, no se debe llamar al oxígeno comprimido "aire comprimido", ni al oxígeno líquido "aire líquido".

## Enriquecimiento:

Cuando se trabaje en áreas donde se puedan presentar altas concentraciones de oxígeno asegúrese de que la concentración de oxígeno ambiental sea siempre de 20.5%, + 1%. Si la atmósfera se encuentra enriquecida con oxígeno, esto hará que a sustancias que normalmente no se queman en el aire, les baste solamente una pequeña chispa o calor moderado para inflamarse en presencia del oxígeno. En trabajos de mantenimiento, asegúrese de mantener aislada el área, para evitar el enriquecimiento de la atmósfera con oxígeno.

## Incendio:

El aire que nos rodea suele contener el 21% de oxígeno. Si se aumenta el contenido de oxígeno al 24%, se duplicará la velocidad de la combustión. Con un 40% de oxígeno en el aire, la velocidad de combustión será 10 veces más alta de lo normal. Si se produce un incendio en esas condiciones, se extenderá con tanta rapidez que será imposible apagarlo mientras quede sustancia combustible. Debe considerarse también que cuanto más alta sea la concentración de oxígeno, menor será la energía necesaria para la ignición y habrá mayor desprendimiento de energía calorífica.

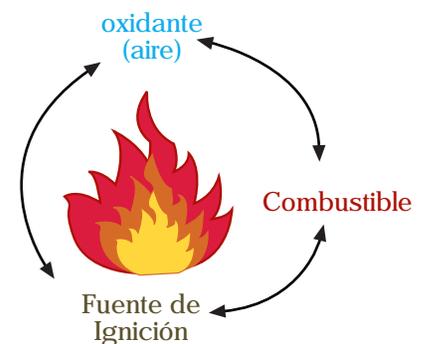
Ni el oxígeno líquido ni el gaseoso pueden ser ahogados por agentes de extinción de incendios, como bióxido de carbono, polvo químico seco o espuma. Si se inicia un incendio donde hay oxígeno líquido o gaseoso, para detener el fuego es necesario enfriar los materiales combustibles por debajo de su temperatura de ignición. Un método para realizar esto es utilizar grandes cantidades de agua en forma de "spray".

Como el oxígeno es un gas incoloro, inodoro e insípido, es imposible detectar con nuestros sentidos una atmósfera enriquecida; por tal motivo; debemos controlar todas las fuentes de ignición alrededor del equipo de oxígeno, y utilizar instrumentos de detección.

Si su ropa o guantes se saturaron con oxígeno, quíteselas y déjelas airear por lo menos durante 30 minutos, ya que bastará una chispa electrostática para que el material de estas prendas se incendie rápidamente.

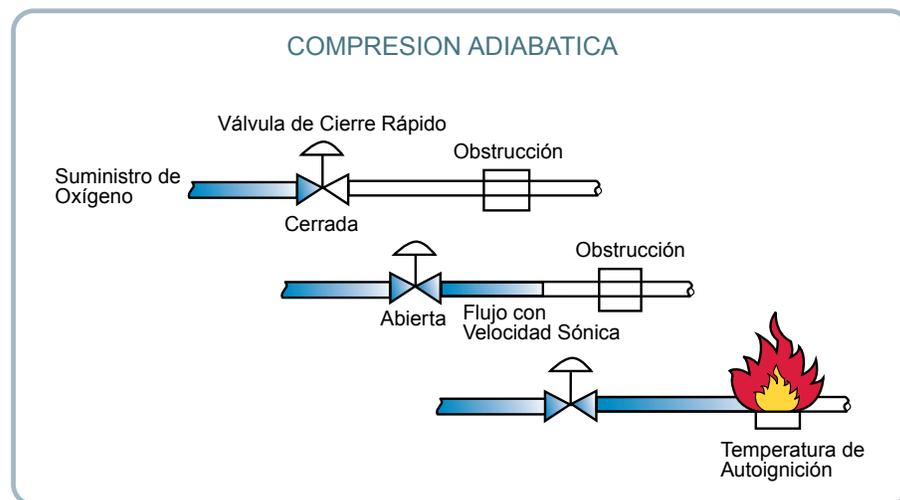
En equipos que tengan algún contacto con oxígeno, no se pueden utilizar aceites o grasas de ningún tipo. Se debe revisar que la ropa y guantes se encuentren libres de manchas de grasa o aceite, y materias orgánicas como tela, madera etc., las cuales se queman violentamente en aire con un porcentaje mayor al 30% de oxígeno. Las mezclas de oxígeno con materias orgánicas, como aceite y grasa, pueden explotar.

Se necesitan tres elementos para producir un fuego: un oxidante (aire), un combustible y una fuente de ignición. En situaciones ordinarias el separar estos tres elementos previene un incendio.



Los fuegos con oxígeno necesitan de una fuente de ignición, que puede venir del oxígeno comprimido mismo. Cuando el oxígeno gaseoso va de alta a baja presión (por ejemplo cuando se abre una válvula rápidamente) generalmente el gas alcanza la velocidad del sonido, cuando este gas a alta velocidad se detiene por una obstrucción (la siguiente válvula cerrada o un regulador, un codo, una tee o una rebaba que se introdujo al flujo de gas) la temperatura del oxígeno aumenta por "compresión adiabática", que ocurre cuando el gas es comprimido tan rápidamente que no hay pérdida de calor hacia el ambiente.

Mientras más alta sea la presión inicial, más alta será la temperatura alcanzada, y puede llegar al punto de autoignición de plásticos, contaminantes orgánicos y pequeñas partículas metálicas, cuya combustión es capaz de agregar suficiente energía para encender el metal de una válvula o conexión. Otros polvos o partículas que no se queman, se pueden calentar extremadamente, generando la energía de impacto y fricción necesaria para encender un fuego.



### Sobrepresión:

Dado que un metro cúbico de oxígeno líquido producirá 860 metros cúbicos de oxígeno gaseoso (a 21 °C y una atm de presión), todos los equipos que contengan este producto deben estar protegidos con dispositivos de seguridad, tales como un sistema automático de relevo de presión, válvulas de alivio y/o dispositivo de ruptura. Estos dispositivos deben calibrarse periódicamente y nunca reducirlos ni bloquearlos, para evitar la rotura del recipiente y posibles lesiones al personal.

## Óxido Nitroso

Código de color: azul ultramar  
Número de identificación como:

- Gas comprimido: ONU - 1070
- Líquido refrigerado: ONU - 2201
- Clasificación SCT y NFPA

### Riesgos del óxido nitroso:

El óxido nitroso se clasifica como un gas no inflamable; sin embargo, es también un gas oxidante, es decir, que soporta la combustión, por lo que se deben observar las mismas precauciones para su manejo que se tienen con el oxígeno. Toda la herramienta que se utilice para el manejo del óxido nitroso debe estar libre de grasa, aceite, glicerina, carbón y otros materiales orgánicos o combustibles. Por ello, se recomienda la existencia de un juego de herramientas de uso exclusivo para el manejo del oxígeno y del óxido nitroso que se encuentren dentro de la central de gases, y que por ningún motivo se utilicen para otras actividades. El óxido nitroso también se debe mantener alejado de cualquier material inflamable y de fuentes de ignición.

### Asfixia:

El óxido nitroso se debe manejar en áreas bien ventiladas, porque puede desplazar al oxígeno y provocar asfixia. La asfixia puede ocurrir de manera gradual, sin que se percate la víctima hasta que sea demasiado tarde. La víctima de asfixia debe llevarse al aire libre rápidamente y administrarle oxígeno o respiración artificial. Debe recibir atención médica inmediata.

Cuando se trabaje en áreas donde se pueden presentar altas concentraciones de óxido nitroso, asegúrese de que la concentración de oxígeno ambiental sea siempre de 20.5% + 1%. No se debe entrar a áreas donde exista la posibilidad de altas concentraciones de óxido nitroso sin equipo de respiración autónomo.

La inhalación de pequeñas cantidades de óxido nitroso produce cierto tipo y grado de euforia, de aquí su nombre de "gas de la risa".

El óxido nitroso es 1.53 veces más pesado que el aire, por lo que, en caso de una fuga de gas, tiende a quedarse a nivel del suelo o en lugares más bajos como trincheras, fosas etc.

Cuando la combustión ocurre con óxido nitroso como oxidante, se forman gases tóxicos que deben ser evacuados.

## Presión:

Al igual que los líquidos criogénicos, el óxido nítrico licuado se expande al transformarse en gas, por este motivo, todos los equipos que contengan este producto deben estar protegidos con dispositivos de seguridad y nunca ser bloqueados, a fin de evitar la ruptura del recipiente y las lesiones al personal.

Los recipientes de óxido nítrico que se exponen a un calentamiento localizado o al fuego, pueden romperse violentamente.

## Quemaduras:

Dado que el óxido nítrico licuado se encuentra a una temperatura baja (-88.5 °C, a 1 atm), el contacto con el líquido, el gas frío o el equipo que maneja este producto puede causar quemaduras por congelamiento. Siempre utilice equipo de protección personal como casco, guantes y lentes para manejar este producto.

**Precaución:** La liberación del gas de un cilindro a alta presión, puede ser peligrosa a menos que se utilice un medio para reducir la presión del gas a niveles adecuados de uso y para controlar el flujo de gas, comúnmente se utilizan reguladores de alta presión para reducir la presión de salida del gas contenido en los cilindros.

Siempre se debe utilizar un regulador para proteger sistemas diseñados, con una presión menor de servicio que la de el/los cilindro(s) de alta presión. Debido a la capacidad de suministro de gas del cilindro, la presión de diseño del sistema puede ser excedida, independientemente de que exista un dispositivo para aliviar presión protegiendo el sistema de baja presión.

Los reguladores, válvulas de seguridad, las conexiones y las mangueras (si se utilizan) deben ser inspeccionados periódicamente para asegurar que no han sufrido daños y que se encuentran en condiciones adecuadas de operación.

Las válvulas de los cilindros siempre deben abrirse lentamente, y la salida del gas se debe dirigir apuntando lejos y hacia el lado opuesto del usuario y otras personas.

## Válvulas y conexiones:

Las cuerdas de las válvulas y conectores deben ser examinadas a intervalos frecuentes para asegurar que no se encuentran dañadas. Las cuerdas de la válvula con la del conector deben ser correspondientes; nunca se deben forzar las conexiones que no entren o no sean compatibles.

Las cuerdas de salida de las válvulas (las conexiones que se conectan a las mangueras flexibles ("pigtailes") deben ser fabricadas de acuerdo al estándar CGA, basándose en el gas que contiene el cilindro.

Dispositivos de seguridad para cilindros:

El primer dispositivo de seguridad que tienen los cilindros es el capuchón protector de la válvula. Este dispositivo protege la válvula de golpes, debe permanecer en su posición durante el transporte y almacenamiento del cilindro y también cuando se encuentre conectado al cabezal en los modelos de cilindro que lo permite.

La CGA (Compressed Gas Association) ha clasificado los dispositivos de alivio de presión de acuerdo a su tipo, utilizando las letras "cg" seguidas de un número. Cada tipo se describe a continuación:

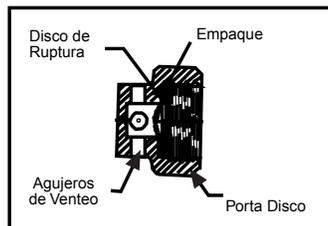
Tipo cg - 1 (dispositivo de ruptura disminuye la presión). Un disco de ruptura es un dispositivo operado por presión que provee protección contra el desarrollo de una presión excesiva en el cilindro. Este dispositivo está diseñado para eliminar el exceso de presión en un cilindro y funcionar cuando la presión del cilindro es suficiente para romper el disco, venteadando el contenido del cilindro a la atmósfera. La ruptura del disco provoca un orificio en éste que no puede ser cerrado, es decir, si el disco se rompe se libera todo el gas contenido en el cilindro hasta prácticamente quedar vacío.

Los discos de ruptura instalados en los cilindros de gases comprimidos pueden ser parte integral de la válvula del cilindro, o pueden estar instalados en el cilindro como un aditamento independiente. Los materiales de construcción elegidos deben ser compatibles con el gas almacenado y con los materiales de la válvula, los cuales entran en contacto con el disco para minimizar la corrosión.

Uno de los tipos de disco de ruptura más comunes consta de:

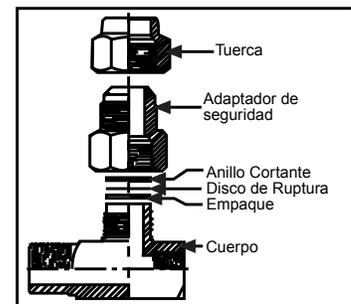
1. Un empaque
2. Un disco de ruptura
3. Un porta disco

Estos componentes pueden ser suministrados como partes independientes, o como un dispositivo ya armado en fábrica, diseñado para ser reemplazado como una unidad, como se muestra en las siguientes figuras:



Disco de ruptura tipo CG - 1 ensamblado de fábrica

Disco de ruptura tipo CG - 1 hecho como una unidad de partes independientes.



El empaque es la parte que hace el sello para prevenir fugas en el dispositivo y puede estar construido de materiales metálicos o no metálicos. El disco de ruptura es la parte operativa que se rompe a cierta presión, liberando el contenido del cilindro. Usualmente están hechos de materiales metálicos. El porta disco es la parte que contiene los orificios o canales de descarga por los cuales pasa el gas para liberarse a la atmósfera. El diseño de estos orificios es radial, lo que minimiza el efecto acción-reacción que provocaría que el cilindro salga disparado como un proyectil al liberar el contenido del cilindro a través de este dispositivo de seguridad.

Es sumamente importante que sólo las partes originales del fabricante sean utilizadas como refacciones o repuestos de los discos de ruptura, a menos que la posibilidad de intercambio de piezas de otros proveedores sea ratificada por una prueba adecuada, dado lo anterior es recomendable no intervenir ninguna de estas partes, las cuales deben ser inspeccionadas y calibradas periódicamente por el proveedor.

Los cilindros de óxido nítrico y/o xígeno utilizan el dispositivo de alivio de presión tipo cg-1 (disco de ruptura).

Tabla de Presiones de Discos de Ruptura

Número de Catálogo Superior	Rango de Ruptura a 160°F(71°C)	Presión de Servicio del Cilindro	Estampado del Tapón	Estampado del Disco	Color del Punto	Gas de Servicio
P1100S-25A	2700/3000	1800	3000	S-A	Naranja ●	CO2 &N2O
P1100S-25B	3025/3360	2015	3360	S-B	Amarillo ●	O2,H2, GAS ESPECIAL
P1100S-25C	3400/3775	2265	3775	S-C	Azul ●	O2
P1100S-25D	3600/4000	2400	4000	S-D	Blanco ●	O2
P1100S-25V	4425/4915	2950	4915	S-V	Verde ●	O2, N2, Ar
P1100S-25E	4500/5000	3000	5000	S-E	Negro ●	O2, N2, Ar

Los contenedores tipo termo portátil formados por tanques de doble pared (tanque interno de acero inoxidable y tanque externo de acero al carbón o acero inoxidable) y aislamiento miticazas con alto vacío, fueron diseñados para suministrar el gas a partir de líquido, y cuentan con una válvula de alivio de presión tipo cg-7 y un dispositivo de seguridad tipo cg-1 con disco de ruptura.

#### Disposición de cilindros de gases con fugas:

En ocasiones, a pesar de las precauciones, los cilindros de gases o sus sistemas pueden desarrollar fugas. En ese caso se debe aislar el cilindro con fuga en un área ventilada y abierta, y contactar al proveedor.

#### Equipo de seguridad del personal:

El responsable de la central de gases deberá utilizar el equipo mínimo de seguridad conformado por:

- Casco
- Zapatos de seguridad
- Lentes de seguridad
- Goggles de seguridad
- Guantes
- Protección del oído

11.1 Aire

11.2 Bióxido de Carbono (Líquido y Gaseoso)

11.3 Helio (Líquido y Gaseoso)

11.4 Nitrógeno (Líquido y Gaseoso)

11.5 Óxido de Etileno

11.6 Identificación de Cilindros

11.1 Aire

El aire atmosférico puede ser comprimido y purificado por medios físicos (mecánicos)

Los usos más comunes son:

- Terapia respiratoria (nebulizaciones).
- Ayuda respiratoria de prematuros y recién nacidos (mezclas de oxígeno).
- En propulsión de equipos mecánicos con sistema neumático.
- Hacer vacío en sistemas de succión.

## 11.2 Bióxido de Carbono

El Bióxido de Carbono ( $\text{CO}_2$ ) se clasifica como un gas no inflamable, e incluso es utilizado como agente extintor en el combate de incendios.

El Bióxido de Carbono es un gas incoloro y de alguna manera picante, aunque esencialmente inodoro, insípido, aunque ligeramente ácido y aproximadamente 1.5 veces más pesado que el aire. La concentración normal de bióxido de carbono en el aire es de 350 partes por millón (0.035%) por volumen.

Es relativamente no reactivo y no tóxico en bajas concentraciones. Cuando se disuelve en agua, se forma ácido carbónico ( $\text{H}_2\text{CO}_3$ ). Es envasado por peso en cilindros de acero, bajo su propia presión de vapor que es de 60  $\text{kg}/\text{cm}^2$  a 21  $^\circ\text{C}$ .

Dependiendo de la temperatura y presión a la cual está sometido, el bióxido de carbono puede existir como gas, líquido o sólido.

### Riesgos del Bióxido de Carbono

Gas	Líquido	Sólido
Asfixia	Asfixia	Quemaduras
Presión	Presión	Taponamiento
	Quemaduras	
	Derrames	

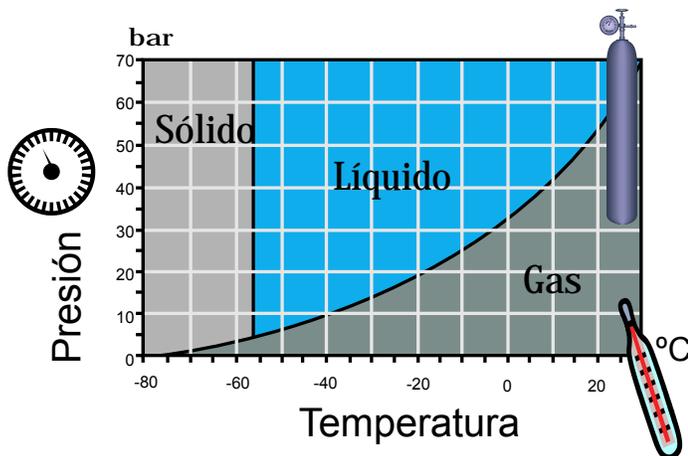


Figura 11.2.1 Estados físicos del Bióxido de Carbono.

#### Manejo de Cilindros de CO<sub>2</sub>:

Utilizar sólo recipientes normalizados. Proteger los cilindros de daño físico. Seguir las recomendaciones generales para el almacenamiento de gases comprimidos. No permita que la temperatura donde los cilindros están almacenados exceda los 52 °C almacene los cilindros CO<sub>2</sub> verticalmente, con la válvula hacia arriba, con su caperuza colocada y asegurados firmemente para prevenir caídas. Evite áreas bajas de almacenamiento y químicos corrosivos.

Se requiere ventear cilindros de CO<sub>2</sub>, realícelo lentamente y en la fase líquida del cilindro en áreas bien ventiladas. El ventear en la fase gaseosa puede auto - enfriar el cilindro a temperaturas peligrosamente bajas.

Hay dos tipos de cilindro de CO<sub>2</sub> en uso: con y sin tubo sifón. Los cilindros sin tubo sifón, en posición vertical con la válvula hacia arriba, descargan gas y al invertirlos descargan líquido, mientras que los con cilindros sifón descargan líquido. Todos los cilindros de CO<sub>2</sub> con tubo sifón, a excepción de los extintores, deben estar marcados: "con tubo sifón".

#### Los usos más comunes son:

- Como estimulación en terapia respiratoria.
- Regulación de circulación sanguínea pulmonar.
- Criocirugía.
- Laparoscopia.
- Microtomo de congelación.
- Mezclas anaeróbicas en cámaras para cultivos biológicos.

### 11.3 Helio (He):

El helio pertenece a la familia de los gases inertes y de los gases raros de la atmósfera, en la cual está presente en una concentración de sólo 5 partes por millón. El helio es el segundo elemento más ligero, sólo el hidrógeno es más liviano. El helio es químicamente inerte y es un gas incoloro, inodoro, insípido y no tóxico.

El helio es no inflamable y puede actuar como un asfixiante simple al diluir la concentración de oxígeno en el aire necesaria para soportar la vida. Es transportado como el gas en cilindros y en jumbos o remolques, a presiones de 150 kg/cm<sup>2</sup>.

Los usos más comunes son:

El helio en estado líquido es utilizado en el sistema de refrigeración de los tomógrafos por su baja temperatura de -259 °C. Esto obliga a tomar precauciones necesarias para el manejo de líquidos criogénicos.

### 11.4 Nitrógeno (N<sub>2</sub>)

El nitrógeno constituye la mayor parte de la atmósfera (78%). Es un gas incoloro, inodoro, insípido, no tóxico, en estado líquido también es incoloro.

El nitrógeno no es inflamable, y no mantiene la combustión. Se utiliza como un gas inerte.

El nitrógeno es ligeramente soluble en agua y en la mayoría de otros líquidos, y es un pobre conductor de calor y electricidad. El nitrógeno es transportado como gas en cilindros a presiones de 150 kg/cm<sup>2</sup>, y como líquido criogénico a presiones por debajo de 30 lbs (2 kg/cm<sup>2</sup>).

Los usos más comunes son:

- En forma líquida:  
Congelamiento de sangre, médula ósea, espermatozoides y tejidos.
  
- En forma gaseosa:  
Propulsor de instrumentos quirúrgicos neumáticos.  
Mezclas para uso respiratorio.

### 11.5 Óxido de Etileno

Características: gas incoloro con olor dulce, tóxico e irritante, en forma pura es altamente inflamable y explosivo, puede prender fuego aún sin la presencia de aire.

El óxido de etileno diluido no es explosivo y se transporta de esta forma junto con un gas de protección (dióxido de carbono, nitrógeno).

A menos que los equipos de esterilización funcionen mal, los niveles de concentración de óxido de etileno en los centros hospitalarios son inferiores al límite de exposición admisible actual, de 50 partes por millón.

Sin embargo, el poder citotóxico del óxido de etileno es considerable. Pruebas experimentales han revelado lesiones cromosómicas y reducción del número de espermatozoides en monos, un aumento de la tasa de leucemia, en función de la dosis, y lesiones cromosómicas en cultivos aislados de linfocitos humanos.

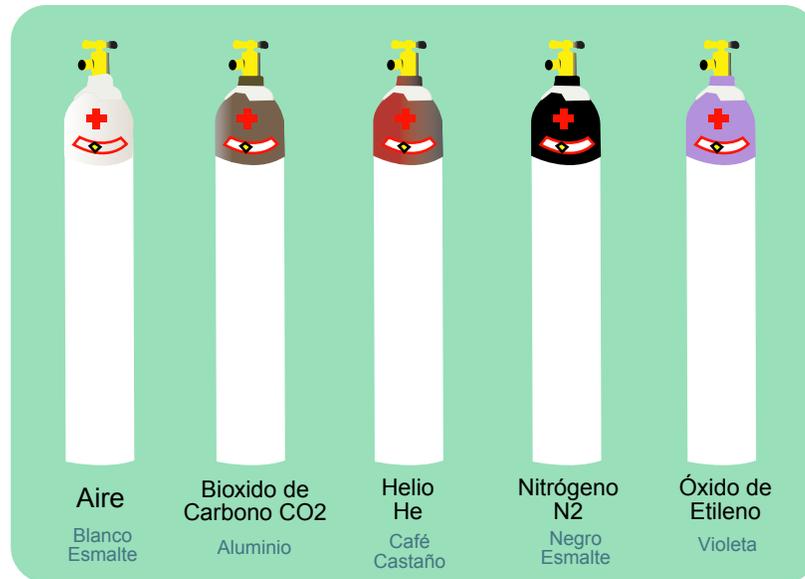
Con todo, no hay acuerdo en cuanto a los verdaderos efectos tóxicos del óxido de etileno a los niveles actualmente establecidos, y se ignora la concentración máxima apropiada. A pesar de ello, es obvio que este producto químico útil pero muy reactivo debe controlarse cuidadosamente de manera que la exposición sea mínima.

Los usos más comunes son:

Es un gas epóxido altamente reactivo de gran poder antiséptico, razón por la cual es utilizado para la esterilización en frío, es decir, se utiliza para esterilizar todos aquellos materiales que por sus propiedades físicas pueden ser destruidos en un proceso de esterilización con vapor, por ejemplo: productos o materiales de goma, plásticos, endoscopios, etc.

## 11.6 Identificación de Cilindros

## Código de Colores



## 12.0 Trasvase de Gases a Alta Presión

La práctica de relleno de cilindros portátiles a partir de un cilindro de mayor capacidad tanto de volumen como de presión, debe realizarse únicamente por los fabricantes de gases. Es de alto riesgo hacerlo en la central de gases debido a:

- Contaminación con partículas o grasas de cilindro portátil por mal manejo del personal no entrenado y capacitado para esta actividad.
- Exceso de llenado por trasvasar de un cilindro de mayor capacidad a uno de menor capacidad en volumen y presión.
- Peligro de una explosión o iniciación de incendio.
- Materiales inadecuados para efectuar las conexiones de los tanques para el trasvasado.

# 12.0 Traspase de Gases a Alta Presión

Los proveedores se comprometen a recoger y trasladar a sus instalaciones (para efectuar el llenado) todos los cilindros que se utilicen en aparatos de los establecimientos de atención a la salud.

Dentro del proceso de llenado de un cilindro, lo primero que hace el fabricante es revisar la integridad del mismo (corrosión, golpes, limpieza etc.) primero de manera visual y posteriormente, si lo amerita, dependiendo del material del cilindro (acero al carbón, aluminio, compuestos) a través de una prueba hidrostática que se debe de realizar cada tres o cinco años con un equipo especializado para ello y con personal entrenado para realizar dicha prueba.

Una vez que el cilindro ha sido aprobado, se requiere realizar su llenado controlando la velocidad de entrada del flujo del gas, con la finalidad de evitar una ruptura y cerciorarse del volumen que se envase.

## 12.1 Prohibido el traspase de gases Alta Presión

### Riesgos:

Contaminación.

Peligro de una explosión.

Materiales incompatibles.

Posible efecto de la compresión adiabática.



*Haciendo nuestro planeta más productivo*

Certifico que he leído y entendido el Manual de Buenas Prácticas en instalaciones y en el manejo de gases medicinales.

Comprendo que este manual proporciona información para el diseño, construcción, conservación y mantenimiento de la infraestructura, de las instalaciones para suministro y distribución de gases medicinales en establecimientos de atención médica, y está aceptado por la NOM-016-SSA3-2012, que establece los requisitos mínimos de infraestructura y equipamiento de hospitales y consultorios de atención médica especializada.

Institución médica: \_\_\_\_\_

Nombre: \_\_\_\_\_

Teléfono de contacto: \_\_\_\_\_

Correo electrónico: \_\_\_\_\_

Firma: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_



01 800 PRAXAIR  
01 800 MEDIGAS  
01800 500222  
(Oficinas en todo el país)  
Oficinas principales en Monterrey, México y Guadalajara