

Tema 3

Seguridad en el manejo de gases medicinales

INTRODUCCIÓN

El uso seguro de oxígeno medicinal es esencial para la seguridad de los pacientes y los profesionales de la salud. Es importante que los profesionales de la salud y quienes lo administran estén familiarizados con los riesgos asociados con el uso de oxígeno medicinal y cómo prevenirlos.

Esta guía es un recurso valioso para los que desean aprender más sobre la seguridad en el manejo de oxígeno medicinal

GAS MEDICINAL

Todo producto constituido por uno o más componentes gaseosos destinado a entrar en contacto directo con el organismo humano, de concentración y tenor de impurezas conocido y acotado de acuerdo a especificaciones. Los gases medicinales, actuando principalmente por medios farmacológicos, inmunológicos, o metabólicos, presentan propiedades de prevenir, diagnosticar, tratar, aliviar o curar enfermedades o dolencias. Se consideran gases medicinales los utilizados en terapia de inhalación, anestesia, diagnóstico 'in vivo' o para conservar o transportar órganos, tejidos y células destinados a la práctica médica.

Tipos de gases medicinales y sus aplicaciones

Se consideran gases medicinales:

- Oxígeno gaseoso medicinal.
- Oxígeno líquido medicinal.
- Aire medicinal.
- Dióxido de Carbono medicinal.
- Nitrógeno medicinal.
- Helio líquido.
- Mezclas de gases.

Oxígeno	Oxigenoterapias. Vehículo transportador de medicamentos. Gas motor de equipos biomédicos (a falta de otro gas).
Aire Medicinal	Mezclador de otros gases.

	Gas motor de equipos biomédicos: ventilador mecánico. Limpieza de campo quirúrgicos. Terapia respiratoria.
Vacío y evaluación	Succión de líquidos en procedimientos. Evacuación de gases anestésicos.
Nitrógeno Líquido	Terapias reumáticas. Conservación de órganos y tejidos.
Dióxido de Carbono	Aplicación en cirugías laparoscópicas, endoscópicas y artroscópicas. Terapias y cirugías de frío oftálmicas.

Tabla 1- diferentes aplicaciones de los gases medicinales en la salud.

OXÍGENO MEDICINAL

- Su concentración normal en el aire es del 21%.
- Incoloro, inodoro e insípido.
- Para uso medicinal debe tener una pureza del 98% y estar libre de CO y CO₂.
- Es comburente por excelencia. Más denso que el aire.
- Temperatura de ebullición es -182.97° C
- Un litro de LOX genera 840lts GOX a P y T° constantes.
- Reacciona violentamente con grasas y aceites.

OBTENCIÓN DE OXÍGENO

POR DESTILACIÓN DEL AIRE: se toma aire de la atmósfera, el cual es filtrado, comprimido y enfriado. Por medio de estos procesos se extraen los contenidos de agua, gases no deseados e impurezas. El aire purificado es luego pasado por una columna de la que por separación se extraen, además de oxígeno, nitrógeno y argón en estado líquido.

POR SEPARACIÓN DEL AIRE POR ADSORCIÓN. PSA (Pressure Swing Adsorption). Disp. 4373/02 ANMAT.

ENVASES

Los envases y conductos utilizados para la fabricación, distribución y comercialización serán adecuados al fin al que se destinan y no afectarán la calidad y/o estabilidad del contenido, debiendo cumplir con las normas de seguridad que se apliquen.

- La válvula de conexión de cilindro y de los acoples de los recipientes deben ser de acuerdo al gas medicinal destinado.
- Cada cilindro llevará el color apropiado y estará correctamente rotulado y pintado.
- La válvula y el cilindro no deben contener deformaciones, quemaduras, aceites, etc.

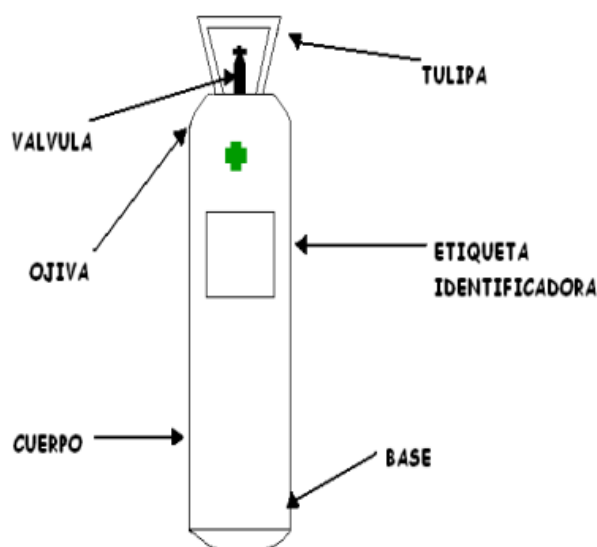


Figura 1- partes de un cilindro de oxígeno medicinal.

Formas de almacenamiento

- GASEOSA: cilindros de acero sin costura según norma IRAM 2529 a presión de 150 bar en tiempo no menor a 30 min. O a 200 bar en 40 min. Los cilindros de aluminio deben llenarse a las presiones establecidas en normativas internacionales.
- LÍQUIDA: en recipientes cilíndricos del tipo criogénico que son termos estáticos y termos móviles. Los termos domiciliarios son productos médicos.

Alternativas de suministro de oxígeno

<i>Fuentes de suministro de oxígeno</i>	
Sistemas de almacenamiento	Consumo [m ² /día]
Tanques	Superiores a 1000
Termos	Entre 500 y 1000
Tubos	Inferiores a 500
Concentraciones de oxígeno	Uso domiciliario

Tabla 2 - Fuentes de suministro de oxígeno según el consumo.

Tanques

Los tanques criogénicos son sistemas especialmente diseñados para el almacenamiento en estado líquido de gases durante un largo periodo de tiempo. Están compuestos por una doble pared aislada de alto vacío, en forma de envase o recámara. Presta servicio a los usuarios y zonas que demanden un abastecimiento continuo con volúmenes y presiones adecuadas según el uso y la instalación. Entre las ventajas de su uso se encuentran:

- Suministro ininterrumpido con una alta confiabilidad: un tanque criogénico puede contener el equivalente de hasta 1000 cilindros de oxígeno a alta presión.

- Mayor seguridad: los tanques tienen oxígeno líquido almacenado a aproximadamente 8 a 10 bar (aprox. 135 psi) “baja presión”, los cilindros están a 200 bar (2900 psi), por lo que no existe riesgo asociado a alta presión.

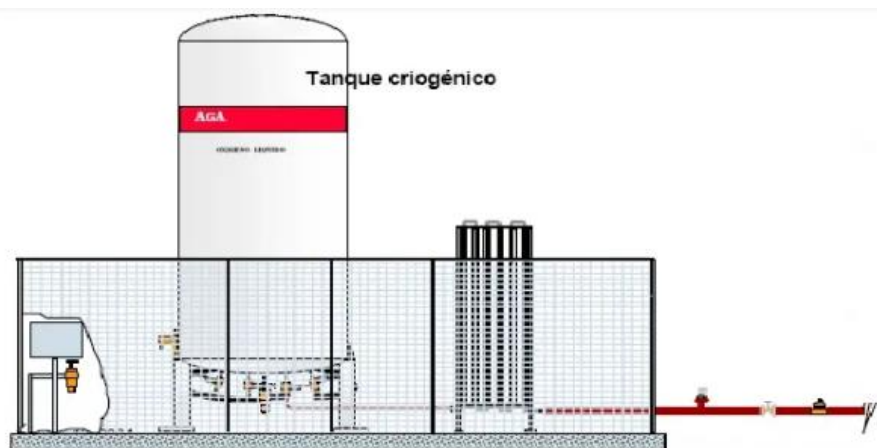


Figura 2- tanque criogénico para el almacenamiento de gases en estado líquido.

Termos

Los termos son envases portátiles diseñados para el transporte y almacenamiento de gases licuados a temperaturas criogénicas. Sus capacidades son inferiores a la de los tanques, encontrándose valores de 150 a 80 m³.

Entre sus ventajas se destacan:

- Contienen un gran volumen de gas a una presión relativamente baja comparadas con los cilindros de gas comprimido.
- Son una fuente de líquido criogénico que puede manejarse fácilmente.
- Presenta como desventaja que si no se consume el oxígeno la presión interna aumenta y ventea. Además, exige un recambio del envase y en el mismo puede quedar oxígeno residual.



Figura 3- termos criogénicos para el almacenamiento de gases licuados

Cilindros

Una de las formas de suministros de gases medicinales es a través de tubos o cilindros. Este tipo de suministro tiene la ventaja de permitir disponer de ellos en los mismos puntos de

consumo. Para su distribución se encuentran almacenados en tubos de distintas capacidades como ser: 8,5m³, 6,5m³ y 1m³.



Figura 4- tubos o cilindros para el almacenamiento de oxígeno medicinal.

RIESGOS ASOCIADOS AL USO INADECUADO DE OXÍGENO MEDICINAL

Riesgos: probabilidad de la ocurrencia de una lesión.

Peligro: seguridad de que ocurrirá algún evento dañino.

¿A quién puede afectar? Profesionales de salud, pacientes, visitantes, patrimonio de la institución y sus alrededores.

Podeos describir distintos tipos de riesgos:

Lesiones

Los cilindros que almacenan oxígeno pesan alrededor de 50 kg, por lo que al caer pueden causar cortes o hematomas. Si no se encuentra con su válvula de seguridad puede causar daños físicos a las estructuras ya que se los cilindros con rupturas pueden salir disparados.

Los termos almacenan oxígeno en estado líquido a -183°C, pudiendo causar daños por criogenia.

Incendios y explosión

El triángulo del fuego (oxígeno, calor y combustible) se completa fácilmente en un entorno clínico. En combinación con materiales combustibles o inflamables y fuentes de ignición, favorece el desarrollo de incendios al ser un comburente.

Materiales como los anillos de goma, la cánula nasal, pueden entrar en combustión rápidamente convirtiéndose en un grave riesgo de incendio.

La energía almacenada en un cilindro de oxígeno debido a su alta presión (150-200 kgf/cm²) es comparable a la de un pequeño explosivo. Cualquier fuga o daño al cilindro puede liberar esta energía de forma violenta.

Para su manipulación se **prohíbe el uso de aceites y grasa (combustibles)**. Y siempre utilizar los dispositivos de seguridad de las válvulas cuando se los transporte.

Escasez

Afecta directamente al paciente poniendo en riesgo su vida.

Puede darse debido a una mala planificación del uso; falta de proveedores; poca capacidad del almacenamiento; falta de mantenimiento; escasez de equipos para suministrar oxígeno; accidentes debido a una manipulación inapropiada; entre otros.

PRECAUCIONES

Al momento de manipular los tubos tanto para su uso en pacientes o dentro de la institución se tiene que considerar los siguientes aspectos:

Antes de usar

- El paciente no debe emplear cosméticos antes de entrar en contacto con estos gases.
- Asegurarse de que el espacio esté ventilado.
- Utilizar equipo de protección personal (guantes no grasientos, gafas, etc.).
- El personal debe asegurarse de no tener alcohol en gel en las manos.
- No permita que la grasa, el aceite u otros materiales combustibles entren en contacto con cualquier parte del cilindro.
- Nunca use un cilindro a menos que el gas que éste contiene esté claramente identificado o marcado con una calcomanía.
- Los dispositivos de seguridad, las válvulas y los accesorios deben ser inspeccionados a intervalos frecuentes y se repararán o sustituirán si contienen defectos que puedan menoscabar la seguridad.
- No quitar protector de seguridad hasta que el cilindro esté listo para su uso.
- Cuando la válvula se encuentre trabada, dura o congelada, no martillar ni utilizar llaves para abrirla.

Manipulación

- **No se debe utilizar grasas o aceites.**
- Las válvulas se deben abrir lentamente para evitar la salida brusca del gas y se debe usar un regulador de presión entre el cilindro y el paciente.
- Se prohíbe pasar el gas de una botella a otra, en los hospitales o clínicas.
- Proteger las botellas o cilindros contra daños físicos: no tirar, rodar, ni dejar caer.
- No quitar ni alterar las etiquetas entregadas por proveedor.
- Prevenir la filtración de agua al interior del recipiente.
- No permitir el retroceso al interior del recipiente.
- Cierre la válvula completamente cuando no esté usando el cilindro, aún cuando el medidor del cilindro indique que está vacío. Un cilindro vacío contiene gas residual. Además, cuando se deja abierta la válvula. Se expone el cilindro a la contaminación.

Conexión del regulador

- Las válvulas deben ser de bronce y no se limpian con alcohol.
- Asegurarse que las conexiones sean compatibles. Las placas o calcomanías en el regulador indican el tipo de gas para el cual está diseñado. Las conexiones de salida de la válvula del cilindro y las conexiones de entrada en los reguladores también están diseñadas para minimizar las posibilidades de que se use el regulador equivocado.
- Use siempre las mangueras, los flexibles, y los reguladores para los gases que se correspondan. Las roscas dañadas en la tuerca de conexión o en la salida de la válvula también pueden hacer que un regulador sea difícil de conectar y que posiblemente presente fugas.
- Conectar firmemente el regulador antes de abrir la válvula.
- Pararse a un lado al abrir la válvula. Los cilindros de oxígeno que tienen reguladores conectados deben abrirse siempre lentamente.
- Igualmente se deben seguir los procedimientos específicos al retirar un regulador de un cilindro de gas:
 - Cierre primero la válvula del cilindro

- Drene el gas remanente en el regulador.
- Destornille el regulador. Si se llegara a quitar un regulador de un cilindro con la válvula abierta, la presión del gas probablemente dispararía el regulador a través del área de trabajo

Almacenamiento

- Colocar una señal indicativa de prohibido fumar.
- El lugar de almacenamiento debe estar restringido al ingreso de personal no autorizado.
- Debe colocarse en sitio visible un cartel con el gas contenido, peligros específicos y las medidas de seguridad recomendadas, así como los distintivos pertinentes de peligrosidad.

Tanques criogénicos

- El depósito estará rodeado, en los lados que no estén protegidos por muros, por una cerca metálica.
- Situar preferentemente al aire libre, sobre el nivel del suelo.
- El emplazamiento debe permitir el fácil acceso a los vehículos de abastecimiento (cisternas) y al personal autorizado.
- Los equipos destinados a contener, o por los cuales va a circular oxígeno, deben estar exentos de aceite, grasas u otros materiales fácilmente oxidables.
- El pavimento de la zona circundante al depósito y la de aparcamiento de la cisterna de trasvase de abastecimiento debe estar exenta de asfalto o productos bituminosos.

Cilindros

- Zona independiente de la central.
- Rotular e identificar cada cilindro.
- Se almacenarán a cubierto y no se someterán a temperaturas extremas. Mantenerlos alejados de fuentes de ignición.
- Las zonas de almacenamiento estarán limpias, secas, bien ventiladas y sin materiales combustibles.
- Los cilindros se almacenarán siempre en posición vertical, por lo que el suelo será plano para permitir la estabilidad.
- No se almacenarán cilindros que presenten cualquier tipo de fugas.
- Los almacenes se organizarán de manera que permitan la separación de los distintos gases y de los cilindros llenos y vacíos.
- Se evitará todo contacto de cilindros, válvulas, reguladores, mangueras e instalaciones anexas con aceites, grasas y otros productos combustibles, ya que los aceites y ciertos gases, tales como el oxígeno, protóxido de nitrógeno, etc. pueden combinarse dando lugar a una violenta explosión.
- Los cilindros almacenados, incluso los vacíos, se mantendrán siempre con las válvulas cerradas y provistas de caperuza o protector.
- No se almacenarán cerca de aparatos de elevación, zonas de tránsito o en la que existan objetos pesados en movimiento, que puedan chocar entre ellos.
- No colgar objetos encima.

Mantenimiento

- Limpie el equipo que utiliza oxígeno con un paño limpio y seco. Si es necesario use agua y jabón, pero enjuague completamente el equipo y sécalo antes del uso.
- No utilizar solventes orgánicos.
- Evitar el contacto con superficies aceitosas.
- Cuando un cilindro se vacía se debe eliminar todo el gas restante antes de llenarlo de nuevo.

- Si un cilindro que se ha almacenado afuera se congela y se adhiere al suelo, use solo agua tibia para liberarlo. Si la válvula está congelada use solo agua tibia para descongelarla, o bien lleve el cilindro adentro y deje que la válvula se descongele a temperatura ambiente.

Transporte

- Utilizar carros y llevarlos sujetos.
- Nunca se debe arrastrar. Incline el cilindro y ruédalo sobre su borde inferior.
- Utilizar de las tapas tulipa protectoras al transportar o almacenar.
- Los cilindros pequeños deben ser transportados de una forma que los proteja de un daño potencial por caídas o golpes.
- Nunca levante un cilindro por la válvula o por su tapa, ni con soportes, cadenas, o magnetos.
- Si se necesita una grúa para mover varios cilindros, los cilindros deben asegurarse sobre una plataforma o un bastidor

Derrames

Si ocurre un derrame de oxígeno líquido, se debe evacuar a todo el personal no esencial del área hasta que el líquido se haya evaporado y se haya dispersado la nube de gas. Cuando sea posible, se debe aspersar agua para reducir la niebla y diseminar los vapores.

No toque ningún derrame de oxígeno líquido. El vapor frío sobre un charco de oxígeno líquido o sobre un suelo congelado, es más pesado que el aire y no se dispersa rápidamente mientras no se caliente. El gas generado por la evaporación de fugas o derrames de oxígeno líquido se acumula en áreas bajas tales como fosos y drenajes. El vapor de agua del aire forma una neblina en los alrededores de los derrames de oxígeno líquido y obstruye la visibilidad. Por lo tanto, esto se debe tener en cuenta cuando se diseñan rutas de escape para las emergencias relacionadas con derrames de estos productos.

Equipos defectuosos

El equipo defectuoso debe sacarse del servicio a la primera señal de fuga o de problemas mecánicos. Si se verifican permanentemente los medidores del regulador, a menudo se pueden conocer los defectos antes de que se agraven.

- Si la aguja del medidor de baja presión del regulador se sube cuando la tubería de flujo descendente está cerrada, entonces el regulador está defectuoso.
- Si el indicador no se mueve de su pin de parada cuando el regulador se presuriza, entonces el medidor está defectuoso.
- Si el indicador no regresa contra el pin de parada al liberar la presión, esto significa que el equipo está defectuoso y que debe ser reparado.

El equipo defectuoso debe ser reparado únicamente por personal debidamente calificado y autorizado

Fuga de gas

Verifique si hay fugas de gas en los acoples cada vez que instale el equipo. Aplique agua jabonosa en las válvulas, uniones, y alrededor de los medidores del regulador. Si aparecen burbujas es porque hay una fuga.

Si el gas se puede oler, debe apagarse el equipo inmediatamente y se debe ubicar el sitio de la fuga. Observe si salen burbujas. No trate nunca de reparar las fugas en las válvulas de los cilindros ni en los tapones de seguridad. Póngase en contacto con el proveedor del cilindro. A continuación, hay algunas reglas para buscar en forma segura las fugas:

- Nunca utilice una llama abierta para hacer las pruebas de fuga.
- Despresurice el regulador en caso de que se encuentre una fuga.
- Si la fuga está en una conexión roscada, abra la conexión y limpie las superficies de sellamiento con un paño limpio, seco y sin pelusa. Verifique las roscas para asegurarse que estén limpias y que no estén vencidas o torcidas. Los acoples dañados deben

reemplazarse. Apriete la conexión y vuelva a presurizar el sistema. Verifique nuevamente si hay fugas. Si se encuentran algunas, despresurice el sistema nuevamente y coloque un rótulo marcado "Peligro - No Operar - Fugas". Mande a reparar el equipo.

IDENTIFICACIÓN O ROTULADO

Cada recipiente irá rotulado y con un código de color apropiado según el gas que contienen de acuerdo a la norma IRAM 2588. También deben llevar impresa la fórmula química - etiqueta del gas medicinal - y una cruz verde. El número de lote puede figurar en una etiqueta adicional, adherido al recipiente, en forma firme, segura y en lugar bien visible.

Según la [Resolución 1130/2000](#) sobre Gases Medicinales del Ministerio de Salud de Argentina, la identificación de los cilindros deberá realizarse de acuerdo con la resolución 324/77 y sus modificatorias.

ARTÍCULO 12. — Rotulado

1 - En el rótulo de los envases que contengan gases medicinales licuados y/o en estado gaseoso, contarán como mínimo los siguientes datos:

- Cruz griega de color verde que identifica a los gases medicinales
- Nombre genérico del gas que contiene
- Número de certificado otorgado por la autoridad sanitaria
- Composición
- Especificaciones técnicas que debe cumplir incluyendo contenido y presión.
- Identificación de la empresa titular y fabricante: Nombre y dirección. En caso de no coincidir, además de los datos del titular, deberá constar el número de habilitación y nombre del fabricante.
- Número de lote
- Nombre del Director Técnico y N° de matrícula
- Fecha de llenado y fecha de vencimiento, cuando corresponda
- Condiciones de almacenamiento, cuando corresponda
- Instructivo sobre la manipulación correcta y segura de los productos.
- Debe indicarse expresamente la siguiente leyenda: 'El empleo y dosificación de este gas debe ser prescrito por un médico'



Figura 5 – rotulado para los cilindros de oxígeno medicinal.



Figura 6 – etiqueta



Figura 7 – etiqueta adhesiva



Figura 8 – pictogramas de peligro



Figura 9 – etiqueta de sublote

ACCESORIOS UTILIZADOS EN LA ADMINISTRACIÓN DE GASES MEDICINALES

Se trata de materiales específicos que van a entrar en contacto con un gas medicinal y que a su vez se aplicarán en el paciente. Entre los componentes más empleados se encuentran los siguientes:

- Reguladores de presión para toma de gases medicinales: regula la presión de la red a la requerida por el profesional médico.
- Reguladores de vacío para toma de gases medicinales: se emplean con el fin de adecuar el nivel de vacío requerido por el personal médico de acuerdo a las diferentes aplicaciones médicas.



Figura 10 – reguladores

- Caudalímetros o flujómetros: su función es dosificar el caudal de gases que se administra al paciente. En su parte inferior posee una salida para conectar al humidificador.
- Regulador de presión para cilindros: reduce la presión del cilindro a la requerida por el profesional médico.
- Reguladores de presión con caudalímetros: reduce la presión y regula el caudal de salida de acuerdo al requerimiento médico.
- Regulador de presión para cilindro con caudalímetros: reduce la presión del cilindro y dosifica el caudal de salida del gas de acuerdo al requerimiento médico.
- Humidificador: se conecta al flujómetro. Antes de administrar el oxígeno se lo debe humidificar para que no se resequen las vías aéreas. Es un recipiente con agua destilada estéril de hasta aproximadamente $\frac{2}{3}$ de su capacidad. Puede ser reutilizable o descartable.

Bibliografía

- (1) Administración Nacional de Medicamentos, Alimentos y Tecnología Médica (ANMAT). (2009, 25 de agosto). *REGULACIÓN DE GASES MEDICINALES EN LA ARGENTINA* (Informe Técnico). Recuperado el 7 de octubre de 2024, de <https://aafh.org.ar/upload1/IJmCn4Wv53xN6zRa99AYjNyERYZ5c5kbjTnPBWgz.pdf>
- (2) Cryogas. (2020, septiembre). *Seguridad en el manejo y almacenamiento de gases comprimidos: Manual de usuario. Almacenamiento y manejo seguro de oxígeno gaseoso* (Manual técnico). [Hospital del Rosario]. Recuperado el 28 de agosto de 2024, de https://www.hospitaldelrosario.gov.co/portal/wp-content/uploads/2020/09/manuales/Manual_seguridad_cilindros-Cryogas.pdf
- (3) Nóblega Rayó, M. A. (2014, 28 de marzo). Tesis - BQ - Gases Medicinales [Tesis de grado en ingeniería biomédica]. Scribd. <https://es.scribd.com/document/215041111/Tesis-BQ-Gases-Medicinales11>
- (4) Quintero Pichardo, E., Fernández Abasolo, A., & Sánchez Piñero, J. I. (2006). *Manual de procedimientos: Gestión de gases medicinales en servicios de farmacia hospitalaria* (1.ª ed.). Fundación Andaluza de Farmacia Hospitalaria. <https://safh.org/wp-content/uploads/2018/10/Manual-de-Procedimientos-de-gases-medicinales.pdf>
- (5) Servicio de Higiene y Seguridad - Exactas UBA. (s.f.). Hojas de Datos de Seguridad de Trabajo con Cilindros de Gases Comprimidos. Recuperado el 7 de octubre de 2024, de <https://exactas.uba.ar/higieneyseguridad/seguridadlaboral/seguridad-quimica/hojas-de-datos-de-cilindros-de-gases-comprimidos/>