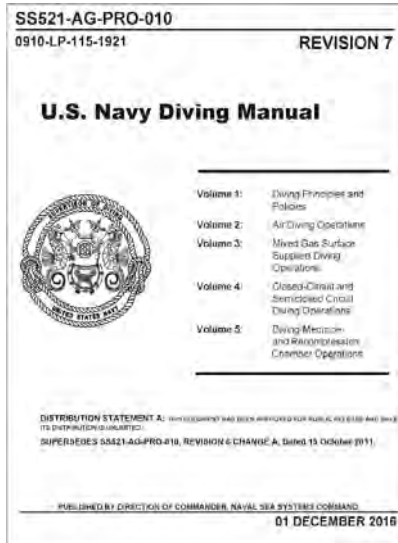


Después de recibir tratamiento por enfermedad de descompresión, ¿cuánto tiempo se debe esperar para volar?

**R**: De acuerdo con el manual de buceo de la Marina de los E.U.A., por lo general, como pauta para los pacientes que se han recuperado totalmente, se les da un periodo de espera de no menos de 72 horas. En regiones como el Sudeste Asiático suelen prescribirse periodos de tiempo mayores. Un periodo de espera permite al buzo tiempo para recuperarse antes de exponerse a la menor presión ambiental y a la caída de la presión parcial de oxígeno existente en aeronaves comerciales que, por lo general, están presurizadas a lo que se conoce como una altura de cabina de entre 2,000 y 8,000 pies, aproximadamente 0.76 ATA. Esto no significa que la presión en la cabina siempre se mantenga a esa altitud. A través de un estudio se descubrió que el 10 por ciento de los vuelos comerciales evaluados arrojaron presiones de cabina que excedían los 8,000 pies (Hampson et al. 2013).



Es posible que se requiera considerar las condiciones de vuelo; por ejemplo, un vuelo directo de 2 horas de duración frente a un vuelo de larga distancia con múltiples escalas.

En caso de que el paciente no se haya recuperado totalmente, y aún tiene síntomas remanentes, es posible que el médico tratante prescriba un mayor tiempo de espera. En algunos casos puede ser de hasta una semana o más con el objeto de permitir mayor resolución a los síntomas. Si el paciente aún se encuentra en tratamiento y los médicos tratantes necesitan transferirlo, por ejemplo, a un nivel mayor de cuidados, es posible que se requiera una aeronave presurizada a 1 atmósfera y que el paciente necesite oxígeno al 100 por ciento durante el vuelo.

Para más información acerca de volar después de un tratamiento de recompresión, el personal DAN está disponible en la línea de información DAN al +1 919 684 2948.

Ya que confiamos que la comunidad de buceo local nos ayuda a operar la cámara y que al paso del tiempo el personal médico cambia con frecuencia, tenemos problemas para dar capacitación uniforme. ¿Puede ayudarnos RCAP con esto?

**R**: Tener personal capacitado de manera distinta es un problema común cuando el médico que da la capacitación cambia con frecuencia. La capacitación se refiere a la operación de la cámara y la reacción ante emergencias.

Cuando diversas personas dan la capacitación, usando materiales y métodos diferentes, siempre existe un margen de confusión que puede tornarse en un verdadero problema al momento de una emergencia.



DAN puede ofrecer un curso de Asistente de Cámara y Operador de Cámara.

Creemos que nuestras obligaciones van más allá de un curso estandarizado. Las presentaciones y los manuales personalizados se hacen para la cámara, y estos materiales permanecen en la cámara para toda capacitación o reentrenamiento futuro que organice la cámara.



De esa manera no sólo nos es posible dar

la capacitación sino también asegurar que al momento que lleguen nuevos miembros del personal, también serán entrenados de la misma manera, por medio de manuales y presentaciones que muestran exactamente lo que verán en las instalaciones donde trabajan.

El curso de Asistente de Cámara y Operador de Cámara ya se ha dictado en diversas cámaras en todo el mundo, y continuaremos haciéndolo como parte de nuestro programa RCAP.

Dimos tratamiento a un buzo con EDC Tipo I. En la conversación con este buzo, quiso entender cuál había sido la causa de la lesión. Otros buzos tenían la certeza que esta persona buceo demasiado pronto después de volar. ¿Es esto un riesgo potencial?

**R**: Existen algunos riesgos al bucear después de volar, pero estos no tienen relación con el nitrógeno o la presión reducida de la cabina. Los riesgos están relacionados directamente con la condición física del buzo al momento de llegar a su destino de buceo. Los vuelos de larga duración (8 horas o más) nos afectan físicamente debido a una hidratación subóptima, la nutrición y el nivel de descanso. Se presume que la fatiga y falta de hidratación son factores que contribuyen al riesgo de padecer una EDS. Como mínimo, pueden confundir el proceso de evaluación y eventual diagnóstico.

Es esencial darse suficiente tiempo para descansar, hidratarse y comer de manera adecuada. Cuantos más husos horarios se crucen mayor será el ajuste. Se altera nuestro ritmo circadiano y esto puede afectar los procesos cognitivos. Es necesario que el buzo haga una evaluación objetiva y honesta antes de bucear. También pueden ponerse en contacto con DAN para obtener ayuda e información.

¿Es posible lavar el filtro de la línea de oxígeno de alta presión en el equipo de lavado por ultrasonido, o hay que reemplazarlo?

**R**: Esta pregunta tiene diversos aspectos:

- Uno puede encontrar materiales o insertos filtrantes colocados de manera estratégica antes de los reguladores de alta presión, y también pueden encontrarse en filtros integrados a la línea de alta presión (HP) por separado, o, en algunos casos el elemento filtrante está integrado al puerto de entrada del regulador o localizado dentro del mismo regulador.
- Con frecuencia estas piezas insertas están hechas de metal sintetizado: latón, bronce, o acero inoxidable.
- Es necesario revisar estas piezas anualmente buscando la presencia de suciedad como partículas de metal, oxidación y polvo.
- En caso de estar limpio, sólo vuelva a ponerlo en su lugar.
- En caso de estar sucio, o cada cierta cantidad de años (no más de 4 años), deben retirarse para su limpieza.
- Se pueden limpiar los insertos de los filtros ya sea colocándolos en un baño de ultrasonido con función de agitación, utilizando un agente blanqueador de oxígeno, y/o cuidadosamente soplando en la dirección opuesta usando aire medicinal bajo presión (aire limpio) o incluso oxígeno.



# FAQ

## Preguntas Frecuentes

Las siguientes son algunas de las preguntas frecuentes que recibe DAN.

- Tenga cuidado al abrir y al retirar estos insertos: esta será una línea de alta presión, lo que significa que se requiere ventilar la línea antes de comenzar a desarmar la carcasa del filtro o de retirar la tubería.
- Cuando se desarma cualquier parte del sistema de oxígeno, el trabajo debe realizarse de forma limpia, de lo contrario se necesitará que toda la carcasa del filtro sea sometida al proceso de limpieza para oxígeno antes de rearmarla.



¿Qué se debe hacer cuando recibimos a un buzo para tratamiento que tiene colocado un dispositivo cardíaco implantable (DCI)? ¿Es posible darle tratamiento?

**R**: La respuesta primordial a esta pregunta no tiene que ver con el dispositivo en sí, sino con la salud del buzo.

La pregunta importante que es necesario plantear es si el especialista en el corazón ha autorizado al buzo que practique el buceo después de que el dispositivo le fuera colocado. En caso afirmativo, es decir, que el buzo haya sido autorizado a bucear con el DCI, entonces no existe motivo por el cual no se le pueda brindar tratamiento a este buzo dentro de la cámara.

Las respuestas secundarias radican en la seguridad del dispositivo y, por lo tanto, en la cámara.

No conocemos la existencia de reportes de fallas de estos dispositivos durante un tratamiento de recompresión. La mayoría de los fabricantes de estos dispositivos implantables confirman en las especificaciones técnicas que de hecho es seguro el uso de sus dispositivos en un ambiente presurizado; y esto incluye a los dispositivos alimentados por baterías de litio.

La preocupación de que el dispositivo estará sometido a niveles de oxígeno elevados es desestimada por el hecho de que, al estar implantado, el dispositivo no se encuentra expuesto al ambiente de operación de la cámara.

Por último, en la mayoría de los casos, estos dispositivos son esterilizados por medio de autoclave antes de salir de la fábrica. Saturado, a vapor caliente hasta 3 ATA (20 MSW, 60 FSW, 29 psi), y normalmente a 135o C (275o F) entre 4 a 60 minutos para destruir cualquier microorganismo. Este ambiente es mucho más implacable que aquel que pueda esperarse dentro de una cámara de recompresión.

### TRATAMIENTOS EN CÁMARA HIPERBÁRICA CON MARCAPASOS (IMPLANTE DE GENERADOR DE PULSOS – IGP)

#### DESFIBRILADOR

#### (DESFIBRILADOR CARDIOVERSOR IMPLANTABLE – DCI)

Para determinar la máxima y más segura presión para la terapia en cámara hiperbárica, Medtronic ha efectuado pruebas hiperbáricas en diversos marcapasos y desfibriladores. Las pruebas se realizaron en presiones de hasta 165 pies de agua salada o 6 de Presión Atmosférica Absoluta (ATA, por sus siglas en inglés).

Estos dispositivos muestran una tasa de respuesta y fueron elegidos debido a que son característicos de los modelos actuales respecto a la susceptibilidad mecánica a la presión externa.

En ninguno de los dispositivos puestos a prueba se observó pérdida o degradación alguna en la operación de salida; sin embargo, la tasa receptiva del marcapasos comenzó a disminuir bajo presiones mayores a 66 pies de agua salada (3 ATA), provocando que el marcapasos alcanzara un ritmo menor programado. Se observó que la pérdida en el ritmo de respuesta del marcapasos era temporal. El ritmo en actividad retornó bajo presiones menores. También se observó que las presiones cercanas a 132 pies de agua salada (5 ATA), comenzaron a deformar de manera considerable la protección de titanio.

Después de realizadas las pruebas en la cámara hiperbárica, se analizaron las funciones finales y desempeño de actividad de todos los dispositivos. Cada uno funcionó dentro de las especificaciones.

En resumen, los dispositivos Medtronic similares a los marcapasos y desfibriladores Medtronic que fueron sometidos a las pruebas, deben operar de manera normal hasta 49.5 pies de agua salada (2.5 ATA), y se deformarán considerablemente bajo presiones cercanas a los 132 pies de agua salada (5 ATA). Con base en los resultados de estas pruebas, los dispositivos similares de marcapasos Medtronic no deben exponerse a presiones mayores a 49.5 pies de agua salada (2.5 ATA). El médico tiene la responsabilidad de determinar las cuestiones de seguridad en estos pacientes con marcapasos y efectuar la decisión final respecto al uso de tratamientos en cámara hiperbárica cuando se indiquen.

A pesar de que no tenemos conocimiento del reporte de algún incidente donde se haya encendido un DCI a causa de una descarga, y que no consideramos que ello sea un riesgo importante, a la espera de mayores estudios sobre lo contrario, en tanto los pacientes se someten a tratamientos hiperbáricos podría aconsejarse evitar terapias por medio de desfibrilación. En caso de que el paciente requiera rescate externo, asegúrese que el desfibrilador externo y que personal médico capacitado en reanimación cardiopulmonar (RCP) se encuentran disponibles en tanto se desprograman las terapias de dispositivos.

Perfil de la Cámara:

## ResortDoc en Silhouette, Seychelles

DAN ha capacitado a seis asistentes de cámara y operadores en estas instalaciones médicas de ResortDoc para ayudar al doctor cuando se realizan los tratamientos de recompresión.

El curso de cámaras de DAN es esencial para garantizar la seguridad del personal, así como la del paciente, y además ofrece conocimientos acerca del mantenimiento continuo en un sitio remoto donde se ubique una cámara. El objetivo principal de la capacitación en cámaras hiperbáricas es garantizar que la operación sea segura, y que el centro tiene la capacidad de brindar tratamiento a los buzos cuando se requiera.

DAN siempre se esforzará para mejorar la seguridad en el buceo, y ha dado el siguiente paso mejorando los conocimientos y seguridad en sitios alrededor del mundo.

Los médicos de las cámaras en todo momento y a través de la línea directa de DAN, tienen acceso a asistencia y asesoría médicas. Con la creación del RCAP, el equipo de doctores y paramédicos de DAN tienen mayor confianza al referir a los miembros DAN hacia cámaras que se ubiquen en zonas remotas.

¡Una vez más se confirma que DAN es tu compañero!



# Preguntas frecuentes

Las siguientes son preguntas frecuentes que recibe DAN.

## ¿Necesita nuestra cámara válvulas de aislamiento de casco internas y externas?

Las tuberías que pasan a través del casco de la cámara deben tener válvulas de aislamiento (de cierre) para impedir presurizaciones o despresurizaciones no controladas de la cámara y, además, fugas en cualquiera de las demás líneas de gas, lo cual pudiera afectar el control del ambiente de la cámara en caso de un mal funcionamiento. Lo preferible es tener válvulas de aislamiento tanto en el lado exterior como en el interior del casco.

Este requisito se establece normalmente para sistemas de buceo militares y comerciales. No obstante, muchas cámaras de clínica no están equipadas con esta funcionalidad, esto sucede principalmente en cámaras monoplaza.

Las cámaras monoplazas que se utilizan para el tratamiento de buzos SCUBA lesionados pertenecen a una categoría única; no tratan a buzos comerciales ni militares saludables y en forma, ni tampoco a pacientes enfermizos y difíciles de gestionar.

La clave para cumplir con este requisito es, por tanto, la evaluación de riesgo real.

La primera preocupación es una pérdida de control si falla el sistema, digamos una rápida y descontrolada presurización o despresurización, una válvula de seguridad que se abre muy por debajo de la presión fijada, una válvula de sentina con fuga o una fuga en la línea de manómetro. Sin la posibilidad de aislar la línea, el control de la cámara y, por consiguiente, la seguridad de sus ocupantes se vería seriamente comprometida.

En segundo lugar, existe la preocupación de que el operador en el exterior no esté atendiendo e incluso esté ausente. ¿Cómo enfrentaría una pérdida de control de ese tipo el asistente que se encuentra en el interior?

Esto significa que una ausencia de control en el exterior o la imposibilidad de controlar desde el interior sería muy difícil de superar sin válvulas de carcasa duales.

ASME PVHO-1, el código de diseño según el cual se diseñan la mayoría de las cámaras, exige que haya, al menos, una válvula de carcasa en todas las líneas de gas que entran y salen de la cámara. Las cámaras de recompresión tienen que cumplir como mínimo con este requisito. Se debe evaluar según criterio de caso específico el evento poco probable evento de un operador negligente o incapacitado y bien establecerse una política que requiera un mínimo de dos personas en el exterior de la cámara o instalarse un interruptor anti-fallos o de hombre muerto que traiga la cámara a la superficie de manera segura y que cierre todas las líneas de presurización.

No obstante, las válvulas de carcasa duales serían una buena práctica para todas las cámaras remotas de personal limitado.

[Enlace con un ejemplo real en el cual una válvula interna de aislamiento hubiera mitigado un posible accidente.](#)



SHERYL SHEA

Válvula de seguridad dual

## ¿Cuál es la presión correcta que debe establecerse para nuestra válvula de seguridad de cámara?

Aquí, se deben considerar algunas cosas.

- Algunas cámaras hiperbáricas están diseñadas para profundidades que permiten cierto nivel de buceo comercial, digamos hasta 225 psi ( $\pm$  16 ATA), y muchas se fabrican para ofrecer hasta 165 FSW (50 MSW) para una tabla 6 de la Marina de EEUU.
- La tabla de tratamiento más común para un buzo SCUBA que sufre de DCS es la TT6 de la Marina de EEUU, la cual requiere solo de 9 psi (2.8 ATA). Recuerde también que el oxígeno como gas terapéutico se hace cada vez más tóxico cuando se excede esta presión.
- Ocasionalmente, una instalación también puede emplear una tabla de tratamiento con gas mezclado, heliox o nitrox a 100 FSW (30 MSW).
- La seguridad de la cámara como recipiente a presión se ve afectada por la presión máxima de suministro de aire que potencialmente podría llevar la presión de la cámara a un nivel superior a la presión nominal.
- Los códigos exigen que la válvula de seguridad se configure para que esté totalmente abierta a una presión no mayor de la presión nominal.
- Por último, se debe poder testar la válvula de seguridad, preferiblemente cuando aún esté acoplada a la cámara.

Tomando como base los requisitos típicos de una cámara de recompresión para buzos lesionados, la práctica segura sería una combinación de lo siguiente:

- Instalar una válvula de seguridad que esté totalmente abierta a no más de un 10% por encima de la presión de tratamiento máxima real. Esto impedirá que se pueda llevar al paciente por debajo de la presión segura más profunda o exceder el nivel seguro de toxicidad de oxígeno.
- Considere instalar una válvula de seguridad adicional, equipada con una válvula de aislamiento externa configurada para ofrecer protección contra profundidades que excedan los niveles de toxicidad de oxígeno, normalmente para la TT6 de la Marina de EEUU. La válvula de aislamiento permitirá realizar tratamientos a más profundidad. Esto es fácil de instalar montando una T antes de la válvula de seguridad existente.

- Si el sistema de aire comprimido excediera la presión nominal de la cámara cuando alguna de las dos válvulas de seguridad anteriores se hayan aislado, ponga una válvula de seguridad adicional para impedir que se exceda la presión nominal de la cámara.

Las configuraciones típicas de las válvulas de seguridad podrían ser:

- Tabla TT6 de la Marina de EEUU o tabla equivalente con oxígeno, puesta a 72 FSW (22 MSW o 32 psi)
- Tabla Comex 30 o equivalente con heliox/nitrox, puesta a 108 FSW (33 MSW o 48 psi)
- Tabla TT6 de la Marina de EEUU o equivalente con aire profundo, puesta a 180 FSW (55 MSW o 80 psi).

# Preguntas Frecuentes

Las siguientes son preguntas que se le hacen a DAN frecuentemente.

## ¿Con qué frecuencia debemos limpiar nuestro sistema hiperbárico a calidad de oxígeno?

Para responder esta pregunta, primero tenemos que saber qué se considera como el nivel de enriquecimiento de oxígeno al cual se requiere limpieza a calidad de oxígeno desde la perspectiva de la seguridad.

Existen muchos puntos de vista diferentes a este respecto. Sin embargo, el consenso 'generalmente aceptado' o límite 'ASTM' es 25%, que no se debe confundir con el límite de funcionamiento seguro en una cámara llenada con aire de 23,5%.

El aspecto importante aquí es que la presión de los gases en los sistemas de compresión y entrega de gas pueden exceder fácilmente 125 psi (0.86 MPa), que es el límite al cual se pueden usar válvulas esféricas en sistemas de oxígeno. Esto transmite un claro mensaje: necesitamos sistemas que no contengan combustible de ningún tipo para poder evitar incendios catastróficos.

Todos los sistemas de gas que porten una mezcla enriquecida de oxígeno a más de 25% por volumen, deben, en consecuencia, considerarse como sistemas de oxígeno.



Equipos de limpieza a calidad de oxígeno

Esto significa que en ninguna parte de la sistema deben estar presentes hidrocarburos (en particular aceite), polvo, partículas o ninguna otra fuente posible de combustible.

¿Entonces, cuál es la frecuencia de limpieza de un sistema de oxígeno? Las buenas prácticas en esta área establecen que la limpieza a calidad de oxígeno debe hacerse en cualquier sistema de gas enriquecido con oxígeno:

- (1) Antes de poner en servicio el sistema por primera vez;
- (2) Siempre que se produzca o se sospeche de cualquier tipo de contaminación (como cuando se emplean líquidos o lubricantes no permitidos e incluso aire lubricado con aceite);

- (3) Siempre que una línea (tubería, manguera o componente) se abra sin manipularse según prácticas de calidad de oxígeno;
- (4) Siempre que se monte una pieza de recambio, un elemento nuevo del equipo que no esté certificado como de calidad de oxígeno;
- (5) Siempre que se desmonte un sistema, se le dé mantenimiento o se recondicione;
- (6) Siempre que se hagan soldaduras en cualquier tubería o
- (7) Siempre que se realice cualquier tipo de trabajo no autorizado en cualquier parte del sistema;

Si no se realizaran ninguna de estas actividades, entonces el sistema se debe dejar intacto y no se requerirán limpiezas periódicas. De hecho, dado que los sistemas de tuberías pueden ser complejos, si todas las piezas se limpian debidamente antes del primer funcionamiento, es posible que podamos contaminarlo en lugar de limpiarlo de manera eficaz.

En caso de que se requirieran reparaciones, mantenimientos, modificaciones, sustituciones de componentes o desmontajes de sistemas, recuerde trabajar de manera limpia para mantener la integridad de limpieza a calidad de oxígeno en todo momento.

Queda otra preocupación: ¿Qué pasa cuando cambiamos de oxígeno a aire y de nuevo de aire a oxígeno en nuestros sistemas de respiración? El compresor de aire, lubricado con aceite, no estará libre de aceite a menos que se filtre específicamente esta impureza inflamable. El límite de pureza de aire en relación con el aceite es  $\leq 0,1 \text{ mg/m}^3$ .

Si no está seguro de la calidad de su aire, tome una muestra inmediatamente después del uso y preferiblemente antes de volver a introducir oxígeno en el sistema. Esto podría contaminar su sistema de tuberías a partir del punto donde el aire entre en las líneas de oxígeno hasta el dispositivo de respiración.

En una edición futura de este boletín, publicaremos una lista de preguntas frecuentes sobre cómo realizar limpieza a calidad de oxígeno.

# PREGUNTAS FRECUENTES

---

## P: ¿Es seguro usar un dispositivo con baterías de Lithium Ion (ion de litio) dentro de la cámara hiperbárica?

R: Las baterías de ion de litio se han convertido en el estándar para la mayoría de los dispositivos alimentados por baterías. En una cámara hiperbárica, podríamos encontrarlos en una linterna de buceo para emergencias, un otoscopio o analizadores internos, pero principalmente en equipos médicos de apoyo al paciente, incluidos dispositivos médicos implantables como marcapasos, sensores de glucemia, o bombas de infusión para el tratamiento del dolor.

Si bien todos escuchamos las historias de incendios causados por baterías de ion de litio, la verdad es que casi todo se debe a problemas de recarga o daños mecánicos. Nunca hemos escuchado de explosiones o quemaduras por fallas en las baterías de un dispositivo médico implantable como un marcapasos.

El mayor riesgo ocurre durante la recarga y, por esta razón, nunca se deben recargar baterías dentro de la cámara. El mejor consejo es limitar el uso de cualquier batería dentro de la cámara, pero si necesita usar dispositivos alimentados a baterías, considere las siguientes recomendaciones adicionales:

- solo use cargadores de batería del equipo original para cargar las baterías (y hágalo fuera de la cámara) y solo use las baterías especificadas por el fabricante: el fabricante del dispositivo se encarga de administrar las cargas de recarga y optimizar los niveles de carga en la batería.



- no deje las baterías cargadas durante la noche, durante períodos prolongados o sin supervisión, y no mantenga las baterías de ion de litio a niveles de carga completa a menos que sepa que las necesitará.
- inspeccione las baterías de ion de litio regularmente en busca de daños, deformaciones (abultamientos) o fugas.
- nunca desarme una batería, especialmente no abra las celdas
- asegúrese que los cables, los contactos y las baterías estén siempre seguras.
- desarrolle, implemente y practique un PAE para cualquier forma de incendio de baterías de ion de litio: el agua no extinguirá el fuego de una batería de ion de litio; estos incendios necesitarán espuma, dióxido de carbono o extintores químicos secos para extinguirlos, por lo si nota que el dispositivo está anormalmente caliente, que emana humo, o si sospecha cualquier falla, lo mejor que puede hacer es el dispositivo de la cámara inmediatamente, pero sobre todo ...
- nunca lleve dispositivos de alta energía (aquellos que consuman más energía) a la cámara, como teléfonos celulares, iPads, computadoras portátiles o dispositivos médicos personales que usan baterías de ion de litio recargables.

Las baterías desechables del tamaño de una moneda no se consideran inseguras, pero siempre que sea posible, deben verificarse antes de cada tratamiento, para asegurarse de que no haya daños y que las baterías estén seguras. Es posible que desee leer el artículo completo "Uso de baterías de ion de litio en cámaras hiperbáricas", ya sea gratis o por 1 hora CHT o crédito CE de enfermera, en el sitio web de International ATMO:

<https://learn.hyperbaricmedicine.com/activities/use-of-li-ion-batteries-in-hyperbaric-chambers-1-0-hour/>

Finalmente, no dude en comunicarse con el equipo de RCN si tiene preguntas como qué dispositivos podrían ser aceptables o cómo mitigar el riesgo si se requiere un dispositivo de alta energía dentro de la cámara

# PREGUNTAS FRECUENTES

---

## **P: ¿Con qué frecuencia debo calibrar los medidores de profundidad de mi cámara?**

**R:** Esta es una pregunta muy frecuente y existe cierta confusión sobre cómo debe hacerse. Sin embargo, no se trata simplemente de "calibración", así que vamos a dividir esto en algunas partes respectivas.

1. Todos usamos el término "calibración", pero en realidad, todo lo que podemos hacer para probar la precisión del medidor es poner a cero el medidor y luego comparar las lecturas con algún tipo de medidor maestro o precalibrado. Por lo tanto, aceptemos la palabra "comprobación" o "testeo" en lugar de "calibración", que indicará si el medidor funciona y lee correctamente.

2. La precisión es un término relativo. Para el buceo profundo, cuya descompresión debe realizarse con mucho cuidado, el requisito estándar es  $\pm 0,25\%$  de la escala completa. Para un indicador de 0 - 450 fsw (0 - 130 msw), esto implicaría que cada lectura debe estar dentro de  $\pm 1$  fsw ( $\pm 0.3$  msw). Sin embargo, para que el tratamiento de buzos lesionados no supere normalmente los 100 fsw (30 msw), este grado de precisión no es necesario para garantizar el mejor resultado. Aquí se acepta una precisión de  $\pm 0,5\%$  de la escala completa.

3. La frecuencia de las pruebas depende de una variedad de factores, como la ubicación y la situación reales. Aquí están las pautas:

a. En el caso de cualquier discrepancia visible entre diferentes medidores que lean el mismo compartimento presurizado (por ejemplo, el Caisson y los medidores de la esclusa principal); o

b. En el caso de cualquier mal funcionamiento del medidor, como no regresar a cero, atascarse, moverse alrededor del nivel de presión esperado; o

c. En el caso de cualquier daño mecánico, como que el medidor se caiga o algo golpee el medidor; o

d. Cuando los requisitos reglamentarios lo exijan (algunos países y algunas normas operativas tienen requisitos específicos; o

e. las instrucciones del fabricante original; o fallando alguno de estos Al menos una vez al año. Este es el estándar internacional general; el estándar ASME PVHO-2, por ejemplo, requiere pruebas anuales.

4. La consideración final es cómo verificar los medidores. Aquí tenemos algunas opciones.

a. Comparando todos los medidores instalados en la cámara: al menos el compartimento de tratamiento (principal) y los medidores de la antecámara; el medidor de Caisson si está instalado; o

b. Usar un medidor maestro calibrado para verificar cada medidor de profundidad a un conjunto preseleccionado subiendo y bajando la presión; o

c. Retirar el manómetro y enviarlo a un laboratorio acreditado. Sin embargo, a menos que la autoridad de inspección lo requiera, esta no es la mejor manera de hacerlo, ya que el transporte y luego la reinstalación del medidor puede provocar cambios en las lecturas. El estándar ASME-PVHO-2 acepta la primera opción, siempre y cuando se haga adecuadamente y se registre.

# PREGUNTAS FRECUENTES

---

## **P: Tenemos algo de corrosión en el área de la sentina. ¿Podemos arreglar esto nosotros mismos y qué debería preocuparnos?**

R: Una cámara debería haber sufrido una negligencia significativa antes de que la corrosión se convierta en una preocupación importante; las pequeñas reparaciones en el lugar deben ser seguras y fáciles de hacer ustedes mismos.

La decisión de realizar reparaciones de pintura locales tiene dos aspectos: cuando el daño por corrosión es demasiado extenso para una reparación local por parte de alguien que no sea un fabricante de recipientes a presión o un servicio de reparación, y qué debe hacer cuando encuentra corrosión.

Los recipientes a presión de acero generalmente se diseñan con al menos cierto grado de tolerancia a la corrosión, y este es casi siempre el caso en el que el diseñador comprende la probabilidad de que la humedad se pueda acumular en lugares ocultos, como es el caso de la sentina. A menudo se indica un margen de corrosión en la placa de identificación.

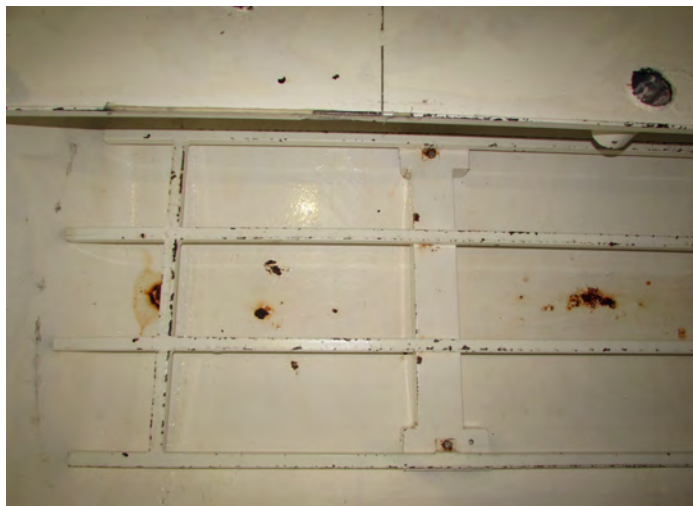
Además de esto, la profundidad de cualquier corrosión es en realidad menos significativa que la extensión: un área pequeña puede soportar unos pocos milímetros de picaduras locales; un área extensa bien podría significar que la reparación local no es posible.

Como pauta, áreas pequeñas (digamos menos de 12 mm o ½ pulgada de diámetro o longitud) podrían permitir un adelgazamiento del material de hasta ¼ del espesor de la placa metálica o digamos 1 - 2 mm.

Sin embargo, cuando uno encuentra varios de estos puntos de corrosión en un área concentrada (típicamente 150 mm o 6 pulgadas de diámetro o longitud) donde la corrosión causa una depresión que excede 1 mm, estos podrían ser motivo de preocupación. En este caso, sería necesario consultar a un taller profesional o a un ingeniero de diseño para evaluar si sería posible una reparación local.

La brida de una puerta o ventana puede tolerar daños más importantes siempre que el daño no esté en la superficie de sellado.

Por lo tanto, lo importante es inspeccionar sus áreas vulnerables con regularidad y cuando observe burbujas "con costra", óxido rojo que brota de una burbuja o simplemente una oxidación clara, debe tomar medidas lo antes posible. El óxido es generalmente un proceso lento, pero uno querría realizar inspecciones al menos una vez al mes.



Puntos de corrosión reparables en la sentina

Donde observe o sospeche que hay corrosión, use un raspador o algún otro instrumento de mano para sondear el área. No utilice la fuerza y, por supuesto, no rectifique ni utilice otras herramientas mecánicas para eliminar la corrosión. Una vez que pueda determinar la extensión y parezca ligera (menos de, digamos, 1 mm), use papel de lija o una lijadora para limpiar cualquier óxido y el área adyacente al menos 25 mm (1 ") de cualquier corrosión. Asegúrate de eliminar el óxido hasta llegar a ver al metal desnudo.

Suavice la pintura en el límite con el metal desnudo, es decir, lije ligeramente el borde de la pintura para que no haya una cresta, un escalón, entre la pintura restante y el metal desnudo.

Limpie el área a fondo, preferiblemente con un solvente o algún tipo de convertidor de óxido, y tenga mucho cuidado al usar líquidos inflamables en espacios confinados; solo introduzca un trapo humedecido con este solvente en la cámara y no un recipiente con el solvente líquido. Es importante eliminar todo tipo de aceite, polvo, residuos o huellas dactilares.

Tan pronto como el área esté seca, aplique una pintura o convertidor de óxido. Luego deje que se seque y, si es posible, use un ventilador para hacer circular el área. Siga las instrucciones de la pintura o primer sobre cuándo debería estar adecuadamente seca.

Para mejorar la apariencia, puede lijar ligeramente la pintura para eliminar las marcas de pincel o las áreas elevadas. Luego, asegúrese de limpiar esta área como lo hizo anteriormente. Finalmente, puede aplicar la capa de acabado en una o más capas de pintura. Una vez más, lije ligeramente el área después de aplicar cada capa si desea que la pintura se vea lo más agradable posible.

Deje que se seque completamente (generalmente 72 horas o hasta que esté "seco para el servicio") y asegúrese de que no quede ningún olor fuerte o desagradable.

Finalmente, observe las áreas recién pintadas después de los primeros tratamientos para asegurarse de que no se formen burbujas debido a cualquier forma de aceite, suciedad o huellas dactilares que impidan una adhesión firme de la pintura a las superficies subyacentes.

Estas reparaciones menores serán tan buenas como la pintura en una cámara nueva siempre y cuando se asegure de eliminar toda la corrosión anterior, limpie a fondo entre capas y permita que se seque correctamente entre cada capa.

La siguiente pregunta probablemente será ¿qué pintura se puede usar para estas reparaciones? Puede consultar con un fabricante de cámaras de renombre o consultar con el proveedor de pintura, o en su defecto, cualquier aplicación marina de pintura epoxi de dos componentes o de poliuretano de dos componentes, con un bajo contenido de COV (compuestos orgánicos volátiles) y que no se encienda, no sea inflamable, que no favorezca la combustión o libere vapores inflamables cuando se expone al fuego o ante la exposición al calor una vez aplicado. Puede contactarnos escribiéndonos a [RCN@dan.org](mailto:RCN@dan.org) si tiene alguna pregunta relacionada con la pintura.



Puntos de corrosión reparables en la sentina

# PREGUNTAS FRECUENTES

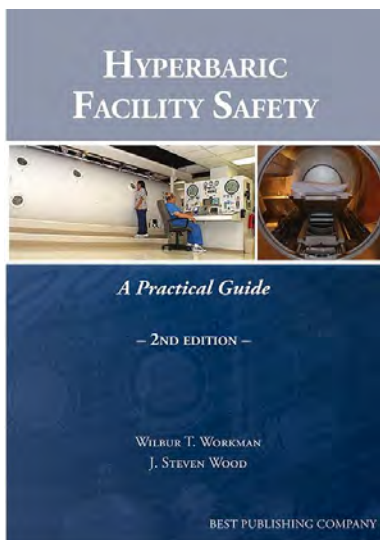
---

**P: Nuestra unidad es nueva y tenemos muchas cosas en las que pensar. ¿Podría compartir con nosotros cuáles son las 10 cosas más importantes en las que debemos concentrarnos desde el punto de vista de la seguridad? Nuestro hospital ha pedido demostrar que tenemos una operación segura.**

R: Esta es una pregunta muy válida y se ha hecho en varias ocasiones.

Si bien puede haber 100 cosas o más que incluso la instalación más básica deberá considerar, podemos priorizarlas en función de una puntuación obtenida de una herramienta de evaluación riesgos simple. Se trata de evaluar la frecuencia de exposición a un riesgo, la probabilidad de que un incidente pueda conducir a un accidente y cuáles podrían ser las consecuencias probables del mismo.

Utilizando evaluaciones reales de más de 150 instalaciones en todo el mundo, aquí están los 10 riesgos principales basados en su puntaje de riesgo. Es posible que se sorprenda por algunos de estos hallazgos.



Segunda edición del libro de referencia de Workman

1) Simulacros de seguridad no practicados: un plan de acción de emergencia puede fallar si no se lleva a cabo de manera rápida y correcta. Tratamos de evitar que ocurran accidentes, pero lamentablemente suceden.

2) No proporcionar al operador de una fuente de gas de respiración alternativa: recuerde que en caso de incendio o ambiente de cámara contaminado, tomará tiempo llevar la cámara a la superficie. El operador de la cámara debe tener acceso a una fuente de aire segura y no enriquecido con oxígeno durante este procedimiento.

3) Procedimientos operativos y médicos de emergencia no documentados: Recuerda que ¡si no está registrado, nunca sucedió! Registren los procedimientos. Incluso si tal vez no fueren del todo correctos, al menos estarás siguiendo algo.

4) Protocolo de mantenimiento ausente, inadecuado, o inapropiado: no puede esperar que no haya fallas en el equipo, que generalmente ocurren en un momento crítico, si uno no se ocupa de mantener adecuadamente las instalaciones.

5) Pruebas de fugas no realizadas: las fugas o pérdidas de oxígeno son un riesgo de incendio; las líneas de gas que van a los instrumentos pueden provocar una lectura errónea de estos medidores, ya sea la profundidad del tratamiento o mediciones inexactas del nivel de oxígeno en el entorno de la cámara.

6) Falta de análisis de suministro de aire o del control de calidad: la mayoría de los contaminantes en el gas respiratorio no tienen ni olor, ni color, ni sabor, ni sensación extraña. Es solo a través de un sistema de control de análisis y calidad del aire cuidadosamente considerado que puede estar más confiado de la seguridad del mismo.

7) Ausencia de filtros de partículas antes de los reguladores: la mayoría de las fallas de los reguladores de alta presión son causadas por la suciedad y las partículas que se alojan en la válvula reguladora. La presión no se mantendrá constante y el dispositivo de respiración fallará, o la válvula de seguridad del regulador explotará y probablemente causará que el operador entre en pánico.

8) Procedimientos operativos estándar no documentados: ¿cómo puede demostrar una operación efectiva y segura si todos confían en lo que creen que es mejor? Recuerda que lo que no está documentado tampoco existe.

9) Procedimientos de limpieza para oxígeno no implementados. Si bien la limpieza para oxígeno no es requerida de forma regular (excepto en caso de contaminación, sospecha de contaminación o falta de confianza en cómo se realizó) es necesario que tenga el conocimiento básico para cuando una limpieza para oxígeno sea requerida. Esto puede ser tan simple como un procedimiento para seleccionar y luego monitorear a un proveedor de servicios de limpieza externo.

10) Listas de verificación de los operadores inadecuadas o inexistentes: muchos 1) operadores se vuelven complacientes a medida que la conciencia del riesgo disminuye con el tiempo y cuando los procedimientos de puesta en marcha y cierre se vuelven demasiado familiares. Recuerde que el riesgo no cambia, es tan peligroso el primer día como lo es años después. Las listas de verificación documentadas y registradas, seguidas consistentemente y con total atención evitarán que ocurran la mayoría de los accidentes relacionados con el sistema.

Si bien algunos de estos pueden ser una sorpresa, todos estos tienen un impacto significativo en la seguridad de sus instalaciones. Ninguno de estos es difícil de poner en marcha, demostrar cuando se le solicita que lo haga, o presentar y defender en caso de un incidente.

# PREGUNTAS FRECUENTES

---

## **P: ¿Qué estándar de calidad de gas se aplica a las cámaras hiperbáricas comprimidas con aire?**

**R:** Existen varios estándares internacionales que se aplican a la calidad del aire respirable y el primer paso es determinar cuál de ellos se puede aplicar a su instalación. No existe un estándar universal único para las cámaras hiperbáricas, pero algunos países proporcionan niveles de calidad aceptables para su uso bajo su sistema de cumplimiento nacional.

Suponiendo que su región no tenga un estándar de calidad del aire hiperbárico, su mejor enfoque es ver si hay algo que rija el aire respirable en la superficie (por ejemplo, para respirar en cabinas de pintura en aerosol o tanques de gas), aire respirable bajo el agua (típicamente para buceo comercial), aire a baja presión, aire a alta presión (p. ej., para bomberos) y aire compatible con oxígeno.

La mayoría de las normas se centran en elementos como el dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), el monóxido de carbono (CO), el aceite (aerosolización o vapor), los hi-

drocarburos volátiles (por ejemplo, el metano), la humedad (agua), las partículas y el olor. No existe un estándar que aborde todos estos y, sin embargo, la mayoría de ellos pueden tener un efecto perjudicial en los ocupantes de su cámara.

Muchos estándares se basan en aire a alta presión donde elementos como la humedad son relativamente fáciles de eliminar y una preocupación es la congelación de los reguladores. Esto no es lo mismo para el aire a baja presión (las presiones de suministro de gas para las cámaras de recompresión suelen ser inferiores a 220 psi o 15 bar).

El enfoque sensato es determinar qué es seguro para los tratamientos en cámaras de recompresión, teniendo en cuenta los peligros de incendio, equipo y fisiológicos. También recuerde realizar una evaluación detallada de dónde se encuentran las tomas de aire de su compresor para determinar si hay algún contaminante potencial que no

aparezca en ningún estándar nacional de aire respirable.

DAN ha investigado este tema exhaustivamente, ha analizado los efectos de los contaminantes en el entorno hiperbárico y ha determinado lo que es seguro para todos los involucrados en la instalación.

Las recomendaciones a continuación se pueden lograr en su totalidad cuando los compresores y los filtros se mantienen adecuadamente, y donde las tomas de aire están protegidas contra la entrada de cualquier otro compuesto peligroso.

	HP Air	LP Air	OCA
CO <sub>2</sub>	500 ppm <sub>v</sub>	500 ppm <sub>v</sub>	500 ppm <sub>v</sub>
CO	5 ppm <sub>v</sub>	5 ppm <sub>v</sub>	5 ppm <sub>v</sub>
Moisture	50 mg/m <sup>3</sup>	160 mg/m <sup>3</sup>	50 mg/m <sup>3</sup>
Oil (VOC)	0.5 mg/m <sup>3</sup>	0.5 mg/m <sup>3</sup>	0.1 mg/m <sup>3</sup>
Odor	Slight	Slight	None
Other THC	25 ppm <sub>v</sub>	25 ppm <sub>v</sub>	25 ppm <sub>v</sub>

Determinar el olor es subjetivo, sin embargo, cualquier indicación de un olor irritante, áspero o desagradable no es aceptable. De hecho, no debería haber olor en el aire comprimido. Los límites que se muestran arriba cumplirían con todas las especificaciones internacionales y ciertamente son tan seguros como el aire respirable.

Si utiliza su sistema de aire comprimido habitual para proporcionar frenos de aire o para proporcionar aire al BIBS en caso de emergencia, el aire debe estar

libre de aceite; a esto nos referimos como aire compatible con oxígeno (OCA, por sus siglas en inglés). La preocupación es que el aceite u otros productos volátiles son una fuente potencial de combustible, y mezclarlos con oxígeno puro aumenta la posibilidad de que se produzca un incendio en el sistema.

Si su única opción es el aire regular que usa para presurizar su cámara, es importante prestar atención a los requisitos de mantenimiento del compresor y cambio de filtro, junto con el análisis regular del aire. El aceite suele ser indetectable en un sistema de aire comprimido bien mantenido.

Al recibir los resultados de las pruebas de calidad del aire, no solo busque el resultado de aprobación o falla; observar las tendencias en las que un elemento aumenta con el tiempo. Esta es una señal de advertencia temprana de que algo no está bien.

También nos preguntan con frecuencia con qué frecuencia se deben realizar las pruebas de calidad del aire. Muchas regiones proporcionarán requisitos mínimos, como pruebas de aire de 3, 6 o 12 meses.

Lo que es más importante es considerar sus riesgos y la probabilidad de contaminación al tomar esta decisión.

En caso de sospecha de contaminación, cambios en el entorno, olores extraños o cuando los niveles de calidad del aire fallan durante las pruebas posteriores, se deben tomar medidas para garantizar que la situación vuelva a estar bajo control.

Por lo tanto, a menos que tenga un analizador en línea en tiempo real, recuerde que sus verificaciones puntuales solo le indican que lo que quería estaba en el aire en el momento en que tomó la muestra. No proporciona ninguna garantía de que la situación será la misma inmediatamente después de que se extraiga una muestra.

# PREGUNTAS FRECUENTES

---

**P: ¿Qué lubricantes y selladores son apropiados para usar en un centro hiperbárica?**

R: Todas las superficies deslizantes o rotativas, incluidas las juntas roscadas, requieren un lubricante, ya sea para simplemente reducir la fricción o para disminuir la cantidad de calor generado por la fricción. El desgaste de las juntas roscadas y el desarrollo de pequeñas fugas con el tiempo pueden ser mitigados utilizando un sellante adecuado.

El oxígeno no es un gas inflamable, pero cuando se combina con un combustible volatilizado y una fuente de ignición, los resultados potencialmente devastadores están bien publicitados. En un entorno hiperbárico tenemos todos estos elementos: oxígeno, fuentes de calor y materiales que arden mucho más fácilmente, especialmente cuando el oxígeno está por encima del 21%.



Incendio de la válvula del cilindro a base de hidrocarburos

Por lo tanto, necesitamos tener mucho cuidado al seleccionar materiales, componentes, instrumentos, maquinaria y equipos de control de gas, todos los cuales pueden necesitar algún tipo de lubricante o sellante en algún momento.

Para garantizar que permanezcamos seguros independientemente del tipo de equipo, lubricante o sellante que se necesite, es mejor limitar los tipos de productos utilizados para evitar confusiones, y especialmente para mantener el control sobre lo que puede entrar en contacto con entornos enriquecidos con oxígeno.

Como mínimo, no se deben permitir productos a base de hidrocarburos (grasas, aceites, sellantes) en una instalación hiperbárica. Esto es particularmente importante cuando las superficies están en contacto con oxígeno, incluso en pequeñas cantidades.

## Lubricantes Compatibles

La información disponible, el costo y la disponibilidad son a menudo factores limitantes cuando se trata de lo que puede ser adquirido por una instalación.

En esta discusión nos centraremos en el equipo de control de presión, sellos, juntas roscadas y cualquier superficie deslizante que probablemente entre en contacto con niveles elevados de oxígeno, incluido el interior de la cámara.

También utilizaremos el término **grasa** para indicar un lubricante utilizado en superficies deslizantes, de unión o de sellado.

El propósito principal de una grasa es reducir la fricción. Al apretar dos superficies roscadas, tenemos dos superficies duras en contacto

cercano. Una grasa asegurará que el esfuerzo de apriete se utilice para lograr la compresión o la estanqueidad requerida del sello, en lugar de ser utilizado para vencer la fricción entre los hilos que quizás estén ligeramente dañados.

Puede ser utilizado para garantizar que las superficies deslizantes, como el mecanismo de interbloqueo, se retraigan de manera suave y efectiva.

Hay algunas ventajas adicionales de una grasa que afectan la elección, como:

- Actuar como una barrera entre dos metales o materiales diferentes para protegerlos de pegarse o trabarse.
- Proporcionar un grado menor de protección contra la corrosión superficial causada por el ambiente.
- Preservar materiales como sellos (tipo plano y en forma de O-ring) y mantenerlos flexibles.
- Ayudar a fijar sellos y piezas menores durante el ensamblaje, y
- Permitir un pequeño movimiento en la reposición de sellos durante el ensamblaje y mientras está en funcionamiento.

Sin embargo, las grasas no tienen propiedades de resistencia, y aunque ofrecen cierta capacidad temporal para detener fugas muy pequeñas, no son sellantes. Eventualmente, la grasa será expulsada.

Hay muchas grasas que son estables en oxígeno a presión atmosférica y hasta al menos 10 bar (145 psi). Estos incluyen productos utilizados para lubricar sellos de puertas, bisagras y mecanismos de bloqueo e interbloqueo. Cuando se necesita una lubricación regular, se preferiría un producto menos costoso. Los productos basados en silicona son un buen ejemplo de grasas económicas y fácilmente disponibles.

El oxígeno agrega otra dimensión a la selección, ya que claramente cualquier producto utilizado necesita permanecer estable en oxígeno y, lo que es más importante, no producir vapores inflamables a bajas temperaturas. Si un ocupante de la cámara toca un sello de puerta antes de entrar en la cámara y luego la grasa se deja en una superficie en la cámara, en niveles elevados de oxígeno esto podría presentar potencialmente un problema.

Finalmente, se debe considerar la presión operativa o ambiental. Esto es especialmente importante con respecto a asientos y sellos en equipos de control de alta presión.

Las hojas de especificaciones de productos, hojas de datos técnicos o instrucciones de aplicación no siempre proporcionan las respuestas necesarias. Puede ser necesario hacer algunas tareas adicionales, especialmente al examinar productos que sean asequibles y estén disponibles.

La primera columna en la tabla a continuación muestra grasas que se pueden usar para aplicaciones de propósito general en entornos enriquecidos con oxígeno de hasta 100 bar (1450 psi) - sea diligente al verificar las clasificaciones de presión reales. La segunda columna muestra grasas compatibles con oxígeno hasta las presiones indicadas.

Según el mejor conocimiento del autor, todos estos productos han sido utilizados en aplicaciones hiperbáricas o de buceo donde el oxígeno es motivo de preocupación. Sin embargo, esto no implica automáticamente ningún respaldo de ningún producto mencionado. Aún se debe hacer un control adicional para asegurar que la grasa sea apropiada y también que sea compatible con los materiales relevantes, ya sean metales o productos sintéticos o de caucho.

Gases enriquecidos con oxígeno ≤ 100 bar/1450 psi	Gas de alta presión > 100 bar/1450 psi
Castrol Braycote 501 EF & 503 EP	Carbaflo OX-250 (Fuchs) (240 bar)
Dow Corning 111 & 112	Christolube MCG 111 (LTI) (590 bar)
Dow Corning Molykote 55, P-1900	Du Pont Krytox NRT 8908 (350 bar)
Oleotmo (Fuchs) 503 OX (50 bar)	Fluormolube OR 362 (aka Tribolube 71)
Loctite Krytox (Henkel) RFE grease	Fomblin (Solvay) RT 15 (345 bar)
OC-7 (MPT Industries) (100 bar)	Oleotmo 590 (400 bar)
OC-9 (MPT Industries) (100 bar)	Halocarbon MT-31 (690 bar)
Parker Super O-Lube	Klüberalfa YV 03-302 (360 bar)
Rhodoren Paste 408	LOX-8 grease (Fibrotécnica) to 200 bar
Turmotemp II/400-OX (100 bar)	Turmoxygen LGO 25.27 (300 – 450 bar)

Lubricantes aceptables para su uso en sistemas hiperbáricos

Aquí hay dos mensajes clave que se pueden extraer:

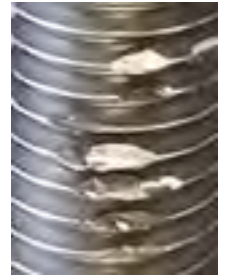
1. Es más fácil utilizar solo una grasa en una instalación para todas las aplicaciones. Esto evita cualquier potencial de confusión. Si el argumento en contra de esto es el costo, revise el uso de la grasa, ya que es un error común usar demasiada para lograr el mismo resultado. Se debe ser muy prudente con el uso de grasas; solo se requiere una capa delgada para reducir la fricción.
2. Los lubricantes... lubrican. Estos productos no están destinados a ser utilizados como sellantes.

### Sellantes de Roscas Compatibles

Esta parte de la discusión refleja lo que se describió anteriormente, siendo la principal diferencia la función y aplicación de los sellantes. El propósito principal de un sellante es asegurar un sellado donde las superficies de unión no son ideales, quizás causadas por un grado de movimiento requerido durante los cambios de temperatura, quizás por un desgaste menor de la rosca, especialmente en roscas cónicas, o quizás simplemente por pequeñas aberraciones superficiales. Sin embargo, estos productos están destinados a sellar solo fugas menores.

Hay algunas ventajas adicionales de un sellante que pueden afectar la elección, como:

- Prevenir que las juntas roscadas se aflojen.
- Reducir algo la fricción entre las superficies roscadas durante el ensamblaje.
- Actuar como barrera entre dos metales o materiales diferentes para protegerlos de pegarse o trabarse.
- Proporcionar un grado menor de protección contra la corrosión superficial causada por el ambiente (donde el sellante cubre la superficie).



Roscas dañadas

Aquí hay tres notas importantes:

1. Las roscas deben estar limpias y libres de rebabas u otras imperfecciones que puedan causar daños durante el ensamblaje.
2. Los sellantes de roscas no tienen capacidad de soporte de carga (resistencia) - no pueden reemplazar una rosca dañada.
3. No deben usarse en combinación con un lubricante.

Los sellantes de roscas están disponibles en una variedad de formas:

- Cápsulas de sellado de plomo y roscas "estañadas", utilizadas para aplicaciones de roscas cónicas de servicio pesado.
- Conos de PTFE (Teflón), utilizados para aplicaciones limpias donde se utilizan roscas cónicas.
- Sellantes de roscas (líquidos o en pasta).



Sellador sumergido en plomo



Cono de teflón

Una vez más, los productos se seleccionan en función del precio, la disponibilidad, el cumplimiento técnico, la compatibilidad con las superficies de sellado y la estabilidad en oxígeno. La tabla a continuación incluye una variedad de sellantes de roscas compatibles con oxígeno y sus respectivas clasificaciones de presión ambiental.

Según el mejor conocimiento del autor, todos estos productos han sido utilizados en aplicaciones hiperbáricas o de buceo donde el oxígeno es motivo de preocupación. Sin embargo, esto no implica automáticamente ningún respaldo de ningún producto mencionado.

Producto	Calificación
Formula-B (Fluoramics)	690 bar (10,000 psi)
Oxy-Tite (La-Co Industries)	180 bar (2,600 psi)
Loctite sellante para sistemas de oxígeno	< 30 bar (435 psi)
OC-3 (MPT Industries)	150 bar
OC-5 (MPT Industries)	690 bar (10,000 psi)

Selladores aceptables para su uso en sistemas hiperbáricos

Las notas finales importantes para esta sección son:

1. Todos los productos sellantes anteriores deben ser eliminados efectivamente: se necesitan superficies limpias para una unión efectiva.
2. Se debe tener cuidado con el tiempo de secado.
3. ¡Los sellantes... sellan! No están destinados a servir como lubricantes primarios.

### ¿Qué pasa con la cinta de PTFE (Teflón)?

El producto más universalmente utilizado tanto para aplicaciones de lubricación como de sellado

es el PTFE. De hecho, el PTFE se utiliza como producto base en la mayoría de los lubricantes y sellantes que usamos.

Sin embargo, en forma de cinta, ¿es el PTFE un lubricante o un sellante?

Para responder a esto, debemos considerar la función principal de la cinta de PTFE, que es reducir la fricción y, por lo tanto, permitir un sellado efectivo, utilizando un sello adicional como un anillo en O o una arandela elastomérica plana.

- Parece resolver fugas muy pequeñas, aunque en realidad todo lo que hace es ocultarlas temporalmente.
- Sirve como barrera entre dos metales diferentes para reducir la corrosión y protegerlos de pegarse o trabarse.
- Sirve para reducir la fricción en uniones cónicas, permitiendo un mayor encaje y un mejor sellado entre superficies de rosca.
- Está disponible en una forma compatible con el oxígeno.
- No sirve como sellante para roscas paralelas que requieren un anillo en O u otro material suave para hacer el sellado.



- No ofrece propiedades de resistencia o reparación para roscas dañadas

Por lo tanto, el Teflón es principalmente un lubricante y no un sellante. Su función principal es reducir la fricción y garantizar que el sello primario pueda cumplir su función de manera efectiva.

# PREGUNTAS FRECUENTES

---

## ¿Los pacientes en cámaras multiplaza también requieren conexión a tierra?

Tras el incendio de la cámara en Michigan a principios de este año, donde leímos que el centro no utilizó cintas de conexión a tierra para descargar la electricidad estática, ¿deberían todos los ocupantes de la cámara estar conectados a tierra? ([Artículo de CBC News](#))

Esta es una pregunta muy válida que requiere tanto la referencia a la norma NFPA 99 como una explicación.

La norma NFPA 14.3.1.6.3.2 (edición de 2024) establece: En las cámaras de Clase A y Clase B con atmósferas que contienen más del 23,5 % de oxígeno por volumen, la conexión a tierra eléctrica del paciente se garantizará mediante la provisión de una vía conductora de alta impedancia en contacto con la piel del paciente.

Comencemos explicando cómo se clasifican las cámaras para ocupación humana. No tiene nada que ver con los gases utilizados para la presurización. Una cámara de Clase A es una cámara para múltiples ocupantes, conocida como multiplaza; Una cámara de Clase B es una cámara de ocupación individual, denominada monoplaza.

En cualquier cámara donde se pretenda que el ambiente tenga un contenido de oxígeno superior al 23,5 %, todos los ocupantes deberán estar conectados a tierra. Este requisito no incluye las cámaras con gases de tratamiento que se suministran y descargan a través de un sistema BIBS de circuito cerrado.

En la práctica, rara vez se ven cámaras multiplaza presurizadas con gases enriquecidos con oxígeno, excepto la Perry Sigma 40-II, que admite dos pacientes dentro de la cámara y puede presurizarse con oxígeno. En este caso, ambos pacientes deben estar conectados a tierra.

Es fundamental tener en cuenta que una carga eléctrica estática en un ocupante, especialmente en un entorno con muy baja humedad, puede alcanzar de 10 000 a 15 000 voltios (10 kV a 15 kV). Al descargarse, la energía es más que suficiente para encender materiales con baja energía de ignición que puedan estar dentro de una cámara. Estos podrían incluir pelusas de algodón y polvo. Excluimos específicamente cualquier vapor inflamable dentro de la cámara, pero es posible que haya polvo y pelusas de la ropa y la ropa de cama.

La conexión a tierra de un paciente en una cámara con un ambiente interno superior al 23,5 % (donde presurizamos la cámara con gas enriquecido con oxígeno) es un requisito de seguridad esencial, y la conexión a tierra tanto de los ocupantes como de la propia cámara debe garantizarse en todo momento.

# PREGUNTAS FRECUENTES

---

**Tenemos una cámara de recompresión antigua que fue donada por una organización del Reino Unido en 1985. El cableado del antiguo sistema de suministro eléctrico de la cámara tiene cables rojo, negro y verde que conducen al enchufe que se conecta a la toma de corriente de la pared.**

**Nuestro nuevo sistema de comunicaciones tiene cables negro, gris y verde-amarillo. Nuestro nuevo sistema de enfriamiento de la cámara tiene cables amarillo, azul y verde-amarillo. Nuestro nuevo analizador tiene cableado marrón, gris y verde. El compresor de reemplazo, que es una unidad usada, tiene cables marrón, naranja, gris y cobre desnudo.**

**En algunos de estos equipos tuvimos que retirar los enchufes originales para reemplazarlos por enchufes adecuados para nuestras tomas de corriente.**

**Esto resulta bastante confuso y, mientras esperamos que un electricista nos ayude, nos preguntábamos si podrían orientarnos para entender cuáles deberían ser los colores correctos.**

Esta es una excelente pregunta, ya que muchas de las instalaciones miembros de RCN tienen cámaras que fueron construidas en un país, posteriormente modificadas con equipos provenientes de otros países, y finalmente instaladas en un tercer país. Todo esto puede hacer que las configuraciones de cableado resulten confusas.

Aunque podemos proporcionar la mejor información disponible según nuestro conocimiento, es importante considerar la antigüedad de los equipos, ya que incluso dentro de algunos países se han producido cambios en los estándares con el paso del tiempo.

Con algo de suerte, gran parte del mundo terminará adoptando la codificación de colores de la IEC (International Electrotechnical Commission). Sin embargo, puede haber algunos países que no adopten completamente este estándar.

La tabla que se presenta a continuación

contiene la mayor parte de la información necesaria, pero primero debemos aclarar algunos aspectos relacionados con el compresor.

El hecho de que el compresor de reemplazo tenga 4 cables indica que utiliza lo que se conoce como una configuración monofásica de dos conductores. Con frecuencia, equipos domésticos como calentadores de agua o cocinas utilizan este método para proporcionar mayor potencia y un suministro eléctrico más equilibrado, por ejemplo 240 voltios (V) en los Estados Unidos (donde el suministro doméstico habitual es de 110 V), y también 240 V en muchos otros países donde el suministro doméstico normal es igualmente de 240 V. Sí, esto puede resultar confuso.

En la tabla incluida a continuación se contemplan hasta tres fases (conductores activos), en caso de que se requiera corriente trifásica.

# PREGUNTAS FRECUENTES

Este cuadro de referencia tiene fines educativos únicamente. Asegúrese de que cualquier trabajo eléctrico sea realizado únicamente por un electricista calificado, y consulte siempre las instrucciones del fabricante.

Codificación de colores del cableado eléctrico

aplicable a algunas regiones de buceo. En algunos países de Asia existen diferentes configuraciones. Por ejemplo, Indonesia utiliza en algunos casos el sistema de los Estados Unidos, mientras que otros utilizan el código del Reino Unido, con ciertas variaciones. Filipinas utiliza un sistema muy diferente de acuerdo con los requisitos de su código eléctrico.

	IEC Europa	EE.UU., México	IEC Europa	UK, Malasia, Maldivas	India	China	Australia, Nueva Zelanda
Vivo 1	Café	Negro (Café)	Café	Café (Rojo)	Rojo	Amarillo	Café (Rojo)
Vivo 2	Negro	Rojo (Orange)	Negro	Negro (Amarillo)	Amarillo	Verde	Negro (Blanco)
Vivo 3	Gris	Azul (Amarillo)	Gris	Gris (Azul)	Azul	Rojo	Gris (Azul)
Neutral	Azul	Blanco (Gris)	Azul	Azul (Negro)	Negro	Azul or Negro	Azul (Negro)
Tierra	Ver-Amar	Verde	Ver-Amar	Ver-Amar	Verde, Ver-Amar	Verde, Ver-Amar	Ver-Amar

## Notas:

Los colores entre paréntesis corresponden al esquema antiguo de cada país o región. La mayoría de los países comenzaron a realizar la transición a los nuevos estándares alrededor del año 2000. Como regla general, los equipos con más de 25 años probablemente aún utilicen la codificación de colores antigua.

En algunos países también se permite que el conductor de tierra (puesta a tierra) verde o verde-amarillo sea reemplazado por un cable de cobre desnudo.