

GUÍA TÉCNICA DE TRABAJO

# BUCEO SEGURO





# ÍNDICE

<b>1</b>	<b>Introducción</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>Definiciones</b>	<b>6</b>
<b>3</b>	<b>Identificación del problema</b>	<b>7</b>
<b>4</b>	<b>Objetivos</b>	<b>8</b>
<b>5</b>	<b>Alcance</b>	<b>8</b>
<b>6</b>	<b>Documentos de referencia</b>	<b>9</b>
<b>7</b>	<b>Flujograma del proceso</b>	<b>10</b>
<b>8</b>	<b>Procesos y peligros críticos</b>	<b>11</b>
<b>8.1</b>	<b>Descripción del proceso</b>	<b>11</b>
<b>8.2</b>	<b>Peligros críticos</b>	<b>12</b>
<b>9</b>	<b>Controles operacionales</b>	<b>34</b>
<b>10</b>	<b>Anexos</b>	<b>51</b>
<b>11</b>	<b>Bibliografía</b>	<b>62</b>

## 1. INTRODUCCIÓN

El buceo es una actividad con un alto riesgo de accidentes y enfermedades profesionales, fundamentalmente por las características del medio ambiente acuático a las cuales se expone el buzo, como a los cambios en las presiones y sus consecuencias en el comportamiento de los gases en el cuerpo humano.

También existen otros peligros como las fuertes corrientes submarinas, temperatura fría del agua, poca visibilidad y fauna marina. Estas condiciones junto a los factores personales del buzo, tienen el riesgo potencial de generar accidentes y enfermedades profesionales como por ejemplo, enfermedad por descompresión inadecuada, barotraumas, hipoacusia, daño cognitivo e intoxicación por gases, entre otras.

En Chile podemos ubicar la actividad de buceo laboral en tres grupos principales, salmónica, industrial y artesanal.



4.

Los buzos que se desempeñaron en el inicio de la salmónica provinieron principalmente del área de la extracción de recursos marinos costeros, siendo estos, esencialmente buzos con matrícula básica, con un bajo nivel de capacitación y formación formal, pero ampliamente conocedores de las localidades sur-australes donde se instalaron los centros de cultivo de la salmónica, la cual requiere de estos trabajadores especializados debido a que los peces deben desarrollarse en estructuras conocidas como balsas jaulas, que son los sistemas de cultivo más empleados en esta industria a nivel nacional como internacional.

## • GUÍA TÉCNICA DE BUCEO SEGURO

---

Los trabajadores que se desempeñan en faenas de buceo se enfrentan a una de las actividades más exigentes y riesgosas de la industria nacional, debido a que se someten a condiciones extremas, donde se generan efectos fisiológicos en exposición continua durante un periodo largo de la vida del trabajador, los que generan patologías, además de accidentes de diversa gravedad incluyendo enfermedades invalidantes o muerte.

La actividad de buceo laboral puede comenzar en Chile a partir de los 18 años y durar hasta que la salud del buzo lo permita. Una fracción de la mano de obra se desempeña en las salmoniculturas durante todo el año. La faena de buceo depende de los requerimientos productivos propios de los salmones y de las operaciones de los centros de cultivo.

Esta “Guía Técnica de Buceo Seguro” espera ser un aporte y ayuda para entregar conocimientos de procedimientos, reglas de seguridad para faenas de buceo y sobre todo fomentar las buenas prácticas de seguridad en todos los niveles de la organización del trabajo con el fin de evitar enfermedades y accidentes graves y fatales.

## 2. DEFINICIONES:

**Autoridad Marítima (AAMM):** Director General, Gobernadores Marítimos, Capitanes de Puerto y Alcaldes de Mar.

**Buceo:** acción de nadar, desplazarse o permanecer bajo la superficie del agua, conteniendo la respiración o con ayuda de aparatos adecuados.

**Buzo Profesional:** persona que posee cualquiera de las matrículas que se indica en el reglamento de buceo para buzos profesionales tm-035.

**Asistente de Buceo:** persona que asiste desde la superficie al buzo que se sumerge y que posee la misma matrícula de aquel a quien va a asistir.

**Buzo Mariscador:** persona que, en posesión de la matrícula correspondiente, está dedicada a la extracción, explotación y comercialización de recursos hidrobiológicos y a trabajos de buceo en acuicultura y que cumple con los requisitos que le permiten desempeñarse con seguridad.

Existen dos categorías:

**Buzo Mariscador Básico:** es aquel que está habilitado en el uso de equipos semi-autónomos livianos.

**Buzo Mariscador Intermedio:** es aquel que está habilitado en el uso de equipos semi-autónomos livianos y medianos.

**Buzo Especialista:** persona que en posesión de la matrícula correspondiente posee alguna especialidad y, además, usa equipos de buceo Autónomo o Semi-autónomo liviano, para sumergirse en aguas poco profundas y realizar trabajos de carácter científico, de investigación, cine televisión y fotografía submarina. No puede suplantar ni efectuar trabajos de buceo comercial.

**Buzo Comercial:** persona que en posesión de la matrícula correspondiente posee un nivel de preparación que le permite la utilización de cualquier equipo necesario para efectuar trabajos submarinos que estén directa o indirectamente relacionados con su actividad.

**Buzo Instructor:** persona que en posesión de la matrícula correspondiente está calificada por sus conocimientos para impartir instrucción de buceo a los postulantes a su misma matrícula.

**Supervisor de Buceo:** persona que en posesión de la matrícula correspondiente y con una experiencia mínima de 2 años en alguna de las matrículas que lo califican como buzo, realiza desde la superficie, la función de control de las operaciones de buceo que ejecutan buzos de igual o inferior matrícula que la propia.

**Enfermedad aguda por descompresión inadecuada (E.A.D.I.):** corresponde al accidente que sufren los buzos cuando al regresar a la superficie lo hacen sin la observancia de las tablas de descompresión para el buceo de aire comprimido. Se conoce comúnmente como “Mal de Presión”.

**Barotaruma:** es el daño físico causado a los tejidos del cuerpo humano por una diferencia de presión entre el espacio aéreo al interior o junto al cuerpo y el gas o líquido que lo rodea.

### 3. IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA:

Dentro de las principales funciones de la faena de buceo se consideran: la extracción de la mortalidad; instalación, recambio y mantenimiento de redes de cultivo (peceras); transporte de mortalidad; y labores domésticas.

En la faena más común, la de limpieza, reparación y extracción de los peces muertos dentro de las jaulas de engorda, el buzo de la salmonicultura debe realizar una acción conocida como buceo sucesivo (buceo yo-yo) sumergiéndose y emergiendo continuamente de un número variable de jaulas.



.7

Expertos opinan que este tipo de inmersión es inadecuada si no se respetan las regulaciones y normativas y sería la principal causante de muchas de las patologías asociadas al buceo.

Los principales efectos patológicos reconocidos a nivel mundial por la exposición prolongada al buceo son, entre otros, el daño al tejido óseo, la embolia gaseosa cerebral, el daño auditivo permanente generado por el barotrauma ótico, los barotraumas pulmonares como embolia gaseosa pulmonar, enfisema al mediastino y neumotórax.

Los efectos neurológicos provocados por los accidentes de descompresión en el buceo son conocidos hace décadas generando trastornos a nivel de la concentración, memoria, irritabilidad y depresión entre otros, tanto en buzos profesionales como deportivos.

En estudios realizados por la Universidad de Chile en 2013, se plantea una posible relación entre la ocurrencia de enfermedades y el rubro acuicultura incluso algunos autores indican que las causales de muertes y accidentes en el buceo laboral con suministro de aire de la superficie se debe principalmente al desconocimiento de la física, fisiología y normativa asociada, combinado con circunstancias socioeconómicas y culturales. Sin embargo, la evidencia científica sobre medidas preventivas para accidentes y enfermedades crónicas por hiperbaria en actividades de buceo es escasa.

#### **4. OBJETIVOS:**

- Cumplir a cabalidad la reglamentación marítima vigente, referida a prevención de riesgos y seguridad en el mar.
- Entregar a cada trabajador la implementación necesaria para realizar un trabajo seguro evitando enfermedades profesionales.
- Evaluar y mejorar constantemente cada uno de sus procedimientos con el fin de asegurar que no se produzcan accidentes ni enfermedades profesionales en las faenas de buceo.
- Buscar y desarrollar tecnologías y equipos que permitan disminuir el riesgo de cada faena.

#### **5. ALCANCE:**

La “Guía Técnica de Buceo Seguro” incluye los riesgos críticos asociados a la actividad de buceo en Chile, acuícola, comercial o artesanal, en la que se considera el proceso de preparación, ejecución y post-trabajos del buceo.



## 6. DOCUMENTOS DE REFERENCIA:

- Ley N° 16.744 - Establece Normas sobre Accidentes del Trabajo y Enfermedades Profesionales, Ministerio del Trabajo y Previsión Social.
- Decreto Supremo N°40 - Aprueba Reglamento sobre Prevención de Riesgos Profesionales, Ministerio del Trabajo y Previsión Social.
- Circular N° 156 - Aprueba Compendio de Normas del Seguro Social sobre Accidentes del Trabajo y Enfermedades Profesionales de la Ley 16.744, deroga y declara inaplicables circulares que indica, Superintendencia de Seguridad Social.
- Decreto Supremo N° 3, Aprueba Reglamento para la aplicación del artículo 2° de la Ley N° 20.773 sobre la integración, constitución y funcionamiento de los Comités Paritarios de Higiene y Seguridad en Faena Portuaria, 2015, del Ministerio del Trabajo y Previsión Social.
- Decreto Supremo N° 54, Aprueba Reglamento para la Constitución y Funcionamiento de los Comités Paritarios de Higiene y Seguridad, 1969, Ministerio del Trabajo y Previsión Social.
- Código del Trabajo, Ministerio del Trabajo y Previsión Social, en su artículo 188.
- Decreto de Ley N° 2.222 Ley de Navegación, de fecha 31/05/1978, art. N° 91. Ministerio de Defensa Nacional.
- Decreto Supremo N° 594, de 1999, Reglamento de las condiciones sanitarias y ambientales básicas en los lugares del trabajo, del Ministerio de Salud.
- Decreto Supremo N° 1222, de 1996, Reglamento del Instituto de Salud Pública de Chile, del Ministerio de Salud.
- CIRCULAR D.G.T.M. Y M.M. ORD. N° A42/002 "Establece las normativas y formularios para actividades de Buceo Profesional"
- Las disposiciones de operación y seguridad establecidas para el buceo en el Manual de Buceo de la Marina de EEUU.
- La Asociación Internacional de Empresas Contratistas de Buceo Comercial (A.D.C.I.).
- El Código de Seguridad para Sistemas de Buceo aprobado por Resolución de la Organización Marítima Internacional (O.M.I.) A.536 (13), de fecha 17 de noviembre de 1983.

## 7. FLUJOGRAMA DEL PROCESO

El buzo trabaja como miembro de un equipo. Debido a la naturaleza peligrosa de algunas operaciones del buceo profesional, a menudo se requiere por ley un equipo especializado, como una cámara hiperbárica en el lugar y un sistema de comunicación entre el buzo y la superficie, y el modo de buceo para algunas aplicaciones puede estar regulado.

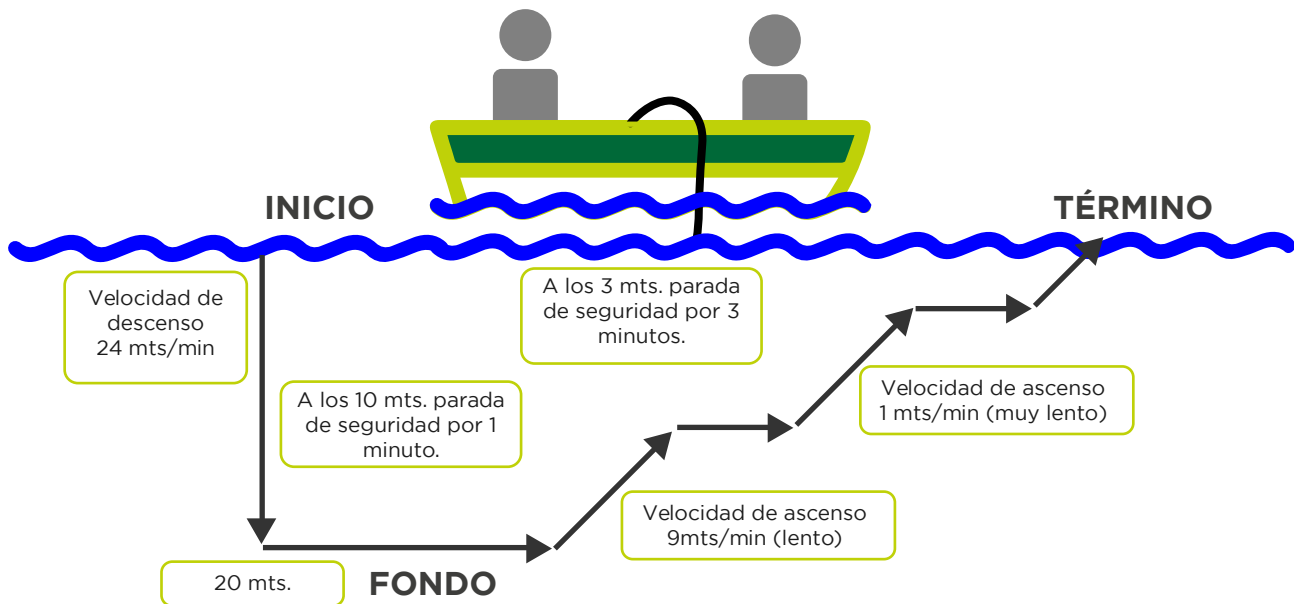
Hay varias ramas del buceo profesional, la más conocida es probablemente el buceo comercial y sus aplicaciones especializadas: el buceo en alta mar, el buceo de ingeniería civil costera, el buceo de salvamento marino, el buceo con materiales peligrosos y el buceo en la cría de barcos.

También hay aplicaciones en investigación científica, arqueología marina, pesca y acuicultura, servicio público, aplicación de la ley, servicio militar y formación de buzos.



## 8. PROCESOS Y PELIGROS CRÍTICOS

La principal característica del trabajo del buzo es que realiza su actividad en el medio acuático, sin embargo, su labor total consta de varios ciclos donde destacan planificación, preparación, chequeos, trabajo y posterior descanso.



### 8-1 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO

El buceo se realiza en un medio y en condiciones diferentes a las normales, que implican riesgos. Por ello, es importante saber cuáles son y qué medidas se deben tomar si se presenta un accidente o enfermedad producto de ellas. Las principales condiciones de riesgos son:

- Al descender el buzo en el agua y a medida que aumenta la profundidad, la presión del medio externo es cada vez mayor. La presión se transmite al cuerpo y a la mezcla gaseosa que se respira, contrayéndolos.
- Al ascender sucede todo lo contrario, la liberación rápida de aire puede causar graves accidentes al buzo, ya que el nitrógeno del aire liberado se incorpora al torrente sanguíneo en forma de burbujas, que serán mayores y más numerosas cuanto más repentina sea la liberación.
- La acumulación de nitrógeno contenida en el aire que se respira, está en función de la duración y profundidad de la inmersión. Ya se ha dicho que cuantos mayores sean duración y profundidad, más nitrógeno se acumulará, de forma que el respeto a la velocidad de ascenso es primordial ya que puede no ser suficiente para la eliminación controlada del mismo

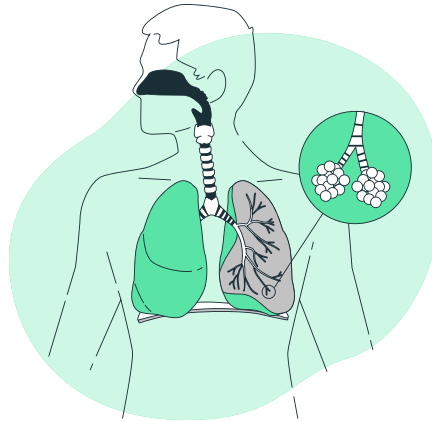
## 8-2 PELIGROS CRÍTICOS

A menudo ocurren problemas fisiológicos cuando los buzos están expuestos a las presiones de la profundidad. Sin embargo, algunas de las dificultades relacionadas a los procesos respiratorios pueden ocurrir en cualquier momento debido a una inadecuada provisión de oxígeno o una inadecuada remoción del dióxido de carbono desde el tejido celular.

La profundidad puede modificar estos problemas para el buzo, pero las dificultades básicas son las mismas. Afortunadamente, el buzo tiene reservas fisiológicas normales para adaptarse a los cambios ambientales y solo está marginalmente preocupado por pequeños cambios.

El trabajo extra de respirar reduce la habilidad de un buzo para realizar trabajo pesado en profundidad, pero el trabajo moderado puede ser hecho con el equipo adecuado a las máximas profundidades que actualmente se alcanzan en el buceo.

### Deficiencia de oxígeno (Hipoxia)



La deficiencia de oxígeno o hipoxia, es una deficiencia anormal de oxígeno en la sangre arterial que causa que el tejido celular sea incapaz de recibir el suficiente oxígeno para mantener un funcionamiento normal. La hipoxia severa detendrá la función normal de cualquier tejido celular del cuerpo y eventualmente lo matará, pero las células del tejido cerebral son por lejos las más susceptibles a sus efectos.

La presión parcial del oxígeno determina si es que la cantidad de oxígeno en un medio respiratorio es adecuado.

### **Causas de hipoxia**

Estas causas varían, pero todas interfieren con el suministro normal de oxígeno al cuerpo. Para los buzos, esta interferencia de oxígeno enviado puede ser causado por:

- Problemas en el equipamiento como baja presión parcial de oxígeno en el regulador de respiración, fluido de gas inadecuado.
- Obstrucción de todo o parte del sistema pulmonar, en el sistema de paso de aire, ya sea por vómitos, secreciones, objetos extraños ó neumomediastino.
- Neumotórax o parálisis de los músculos respiratorios por un daño en la espina dorsal.
- Decrecimiento del intercambio de oxígeno de la membrana alvéolo/capilar causada por la acumulación de fluido en los tejidos (edema), un desajuste de la sangre flotante y la ventilación alveolar, daño pulmonar desde una inmersión cercana o inhalación de humo, o “choques” como broncoespasmos desde la irritación pulmonar que baña de burbujas la circulación sanguínea.
- Problemas fisiológicos como una anemia e inadecuada sangre flotante que interfiere con la transportación del oxígeno por la sangre. Un edema puede interferir con el intercambio de gases y las áreas de tejido y capilares, el monóxido de carbono contaminado puede obstruir la utilización de oxígeno a nivel celular.
- Hiperventilación seguida de una respiración contenida, puede generar una severa hipoxia. La Hiperventilación baja el nivel de dióxido de carbono a niveles normales (condición conocida como hipocapnia) y puede prevenir el mecanismo de control que estimula el respirar hasta que la tensión del oxígeno ha caído bajo el nivel necesario que mantiene la conciencia. Una respiración mantenida después de una hiperventilación no es un procedimiento seguro.

### **Síntomas de hipoxia**

El tejido cerebral es por lejos el más susceptible a los efectos de la hipoxia. Inconsciencia y muerte pueden ocurrir por hipoxia cerebral antes de que los efectos sobre otros tejidos sean prominentes.

No hay un aviso confiable del padecimiento de hipoxia. Puede ocurrir inesperadamente, haciéndolo un peligro particularmente serio. Un buzo que pierda su provisión de aire está en peligro de hipoxia, pero él sabe inmediatamente que está en peligro y generalmente tiene tiempo para hacer algo. Es mucho más afortunado que el buzo que gradualmente consume su oxígeno en un aparato de respiración de circuito cerrado, y que no tiene aviso de la amenazante pérdida de conciencia.

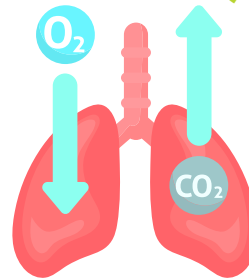
Cuando se desarrolla la hipoxia, el pulso y la presión sanguínea se incrementan cuando el cuerpo trata de eliminar la hipoxia aumentando la circulación de sangre. Un pequeño incremento de la respiración también puede ocurrir. Un azulado general (cianosis) en los labios, la cutícula y la piel puede ocurrir con la hipoxia. Esto puede que no sea notado por el buzo y a menudo no es un indicador confiable de hipoxia, aún para un observador entrenado en la superficie. Los mismos signos pueden ser causados por una prolongada exposición al agua fría.

Si la hipoxia se desarrolla gradualmente, los síntomas de interferencia con la función cerebral aparecerán. Ninguno de estos síntomas, sin embargo, son un aviso suficiente y muy pocas personas son capaces de reconocer con tiempo los efectos mentales de la hipoxia para tomar medidas correctivas.

Los síntomas de la hipoxia incluyen:

- Falta de concentración.
- Falta de control muscular.
- Incapacidad de realizar tareas delicadas o de alta calificación.
- Somnolencia.
- Debilidad.
- Agitación.
- Euforia.
- Pérdida de conciencia.

### Intoxicación con dióxido de carbono (Hipercapnia)



La intoxicación con dióxido de carbono o hipercapnia es un nivel anormalmente alto de dióxido de carbono en los tejidos corporales.

#### Causas de la hipercapnia

En las operaciones de buceo, la hipercapnia generalmente es el resultado de una acumulación de dióxido de carbono en la provisión de aire o en el cuerpo producida por:

- Inadecuada ventilación de los cascos alimentados desde la superficie.
- Exceso de dióxido de carbono en el gas de abastecimiento suministrado al buzo.
- Inadecuada ventilación de los pulmones en relación al nivel de ejercicio (causado por la respiración controlada, resistencia excesiva de los aparatos de respiración, presión parcial de oxígeno incrementada o densidad del gas incrementada).
- Cualquier causa de incremento en el espacio muerto, tal como la respiración rápida y superficial.

### **Síntomas de hipercapnia**

La hipercapnia puede ocurrir a través de técnicas inadecuadas de respiración o excesiva resistencia respiratoria; un buzo puede auto envenenarse al ventilar inadecuadamente sus pulmones.

Esto sucede primeramente cuando un buzo autónomo trata de conservar su suministro de aire por reducción de su rango respiratorio a niveles peligrosos (respiración saltada).

Una ventilación pulmonar inadecuada es más común en el buceo que en las actividades de superficie por dos razones. Primero, algunos buzos tienen un bajo manejo para incrementar la ventilación pulmonar al emerger, lo que incrementa el nivel de dióxido de carbono en la sangre. Segundo, el alto presión parcial de oxígeno encontrado en el buceo deja un corto período de ahogo que acompaña una ventilación pulmonar inadecuada.

La hipercapnia afecta al cerebro de un modo diferente a como la hipoxia lo hace. Sin embargo, pueden resultar síntomas similares como confusión, inhabilidad para concentrarse, somnolencia, pérdida de la conciencia y convulsiones.

### **Efectos de incremento en los niveles de dióxido de carbono**

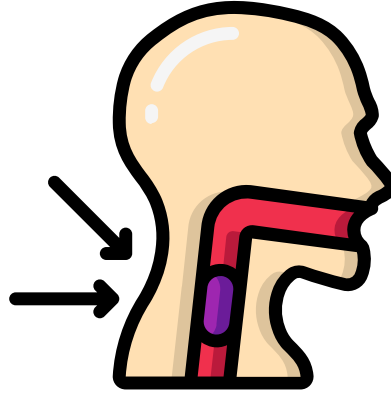
El incremento en el nivel de dióxido de carbono en la sangre estimula al centro respiratorio a elevar el rango y volumen del mismo, además el latido cardíaco también aumenta. Por lo general, la respiración incrementada sirve de alerta para avisar al buzo. Sin embargo, variables como el rango de trabajo, temperatura del agua, profundidad y la composición de la mezcla respiratoria pueden producir cambios en la respiración y textura de la sangre lo que puede esconder cualquier cambio causado por el exceso de dióxido de carbono.

La hipotermia también puede esconder la aparición de dióxido de carbono porque el rango de respiración crece sobre la exposición al agua fría. Adicionalmente, la narcosis por nitrógeno también puede esconder esta condición ya que un buzo bajo los efectos de la narcosis no nota la diferencia en su rango respiratorio. Durante un buceo con suministro de aire en la superficie, el Supervisor de buzos debe asegurarse que tengan suficientes rangos de ventilación.

### **Tratamiento de hipercapnia**

La hipercapnia es tratada en base a recambiar el exceso parcial de presión del dióxido de carbono. Esto es realizado desde la superficie dando una ventilación al casco con aire fresco y un aparato de aire para buceo, traspasando el dióxido de carbono absorbido a un aparato de gas mezclado o por ascensión. Cualquier método usado para reducir la presión parcial remueve los problemas encontrados con el exceso de dióxido de carbono.

## Asfixia



Retener la respiración puede provocar un serio daño en la tráquea, el tragar algún objeto, la lengua yendo hacia atrás durante un desmayo o la inhalación de agua saliva o vómito.

En muchas situaciones, a hipoxia y el exceso de dióxido de carbono ocurren separadamente. La verdadera asfixia ocurre cuando la hipoxia es severa o prolongada deteniendo la respiración del buzo dando paso a que la toxicidad del dióxido de carbono se desarrolle rápidamente. En este punto, el buzo no podrá mantener la respiración por mucho tiempo.

## Envenenamiento por monóxido de carbono

El monóxido de carbono en una provisión de aire para buzo es peligroso. Este desplaza el oxígeno de la hemoglobina e interfiere con el metabolismo celular, sometiendo las células a la hipoxia. El monóxido de carbono no se encuentra en una cantidad significativa en el aire, la polución de éste desde un suplemento de aire es causado usualmente por una combustión interna exhaustiva llevando a cerrar demasiado la toma del compresor por eso importe el cumplimiento.

El envenenamiento por monóxido de carbono es particularmente traicionero, porque los síntomas no son detectados por el buzo hasta que comienza a ascender.

### Síntomas del envenenamiento por monóxido de carbono

Los síntomas de envenenamiento son más identificables que los de la hipoxia. El gran peligro está en la pérdida de conciencia que puede ocurrir sin señales de aviso. Cuando la concentración de monóxido es alta, causa un envenenamiento rápido, el buzo no tiene aviso de debilidad o somnolencia u otra confusión antes de llegar a ella. Cuando la toxicidad se desarrolla gradualmente se presentan sudoración alrededor de la frente, palpitaciones en la cabeza, náuseas y vómitos.



### **Tratamiento del envenenamiento por monóxido de carbono**

El tratamiento inmediato consiste en proveer de aire fresco al buzo, seguido de una atención médica. El oxígeno debe ser administrado inmediatamente y mientras el buzo es transportado a un centro asistencial.

Si la provisión de aire de un buzo es sospechosa de estar contaminada con monóxido de carbono, debe ser asegurada para que nadie más respire de ella y su aire debe ser analizado.

El envenenamiento puede ser prevenido al localizar las tomas de los compresores lejos de los escapes de motores y mantener los compresores en las mejores condiciones mecánicas posibles.

### **Efectos de barotrauma y presión en el cuerpo humano**

Los tejidos del cuerpo pueden soportar tremendas presiones. Algunos buzos han hecho inmersiones a mar abierto superando los 300 mts. y en situaciones experimentales han sido expuestos a una profundidad de 680 mts. A pesar de estas presiones, es algo irónico que el buzo haga un gran número de pruebas médicas durante su entrenamiento a poca profundidad. La causa es el barotrauma que es el daño hecho a los tejidos cuando existe un cambio en la presión ambiental.

#### **Condiciones que causan el barotrauma**

El barotrauma no ocurre normalmente en los buzos que tienen una anatomía y fisiología normal, además de usar el equipo apropiado y cumplir con los procedimientos.

El barotrauma puede provocarse en ciertas áreas del cuerpo que cumplan las siguientes condiciones:

- Debe haber un espacio lleno de gas. Cualquier espacio lleno de gas dentro del cuerpo (como el seno cavidad) o cercana al cuerpo (como la máscara facial), puede dañar los tejidos corporales cuando el volumen de gas cambia por una presión creciente.
- El espacio debe tener paredes rígidas. Cuando las paredes son elásticas como un globo, no existe daño por la compresión o expansión del gas sino cuando el volumen cambia y sobrepasa la elasticidad de las paredes o los vasos.
- El espacio debe ser cerrado. Si cualquier sustancia (con la excepción de sangre en los vasos que llenan el espacio) fuese permitida para entrar o dejar el espacio como el gas cambia su volumen, no debería ocurrir algún daño.
- El espacio debe tener una entrada vascular (arterias y venas) y una membrana forrando el espacio. Esto permite a la sangre ser forzada dentro del espacio y exceder la elasticidad de los vasos para compensar el cambio en la presión.
- Debe haber un cambio en la presión ambiental.

### **Síntomas generales de barotrauma**

El síntoma predominante de barotrauma es el dolor. Otros síntomas como el vértigo, aturdimiento o parálisis facial pueden producirse dependiendo de la anatomía específica. El síndrome de sobreinflación pulmonar es una forma potencial seria de barotrauma y se tratará en este capítulo. En toda situación de buceo, el embolismo de gas arterial y la enfermedad por descompresión deben ser analizadas antes de aceptar el diagnóstico por “barotrauma”.

El barotrauma del oído medio es el tipo más común. El tímpano está completamente sellado del canal externo en la mitad del espacio auditivo. Cuando el buzo desciende, la presión del agua se incrementa sobre la cara externa del tímpano. Para contrapesar esta presión, la presión de aire debe alcanzar la cara interna del tímpano.

Esto es realizado por el paso de aire a través de la trompa de Eustaquio que lleva a los pasajes del espacio del oído medio. Cuando la trompa de Eustaquio está bloqueada por mucosidad, el oído medio reúne cuatro de los requisitos para que el barotrauma ocurra (el gas llena el espacio, paredes rígidas, espacio cerrado y penetración de los vasos sanguíneos).

Cuando el buzo continúa su descenso, el quinto requerimiento (cambio en la presión ambiental) es alcanzado. Con el incremento de la presión, la membrana del oído se curva internamente y comienza a igualar la presión por compresión del gas en el oído medio.

El “sello distintivo” del barotrauma de oído medio es un dolor agudo causado por la tensión de la membrana. El dolor producido antes de la ruptura de la membrana a menudo llega a ser tan intenso que previene la extensión del descenso. Con simplemente parar el descenso y ascender algunos metros, lleva a un alivio inmediato.

Si el descenso continúa a pesar del dolor, la membrana puede romperse. A menos que el buzo esté vestido con un traje con sombrero especial, la cavidad del oído medio puede estar expuesta al agua cuando la membrana se rompa de allí la importancia de la protección de los oídos.

### **Prevención del barotrauma (colapso) de oído medio**

Bucear resfriados hace que se bloquee la trompa de Eustaquio incrementa la posibilidad del barotrauma del oído medio. Los buzos que no pueden aclarar sus oídos en la superficie no deberían sumergirse.

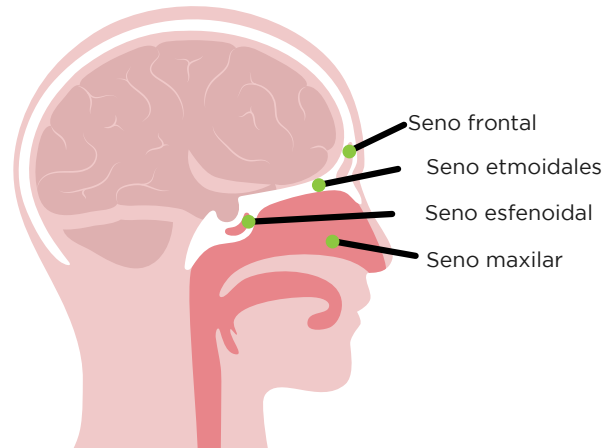
La posibilidad de barotrauma puede eliminarse si se toman ciertas recomendaciones. Mientras se desciende, mantenerse por encima de la presión. Para evitar el colapso de la trompa de Eustaquio y aclarar los oídos, se deben hacer frecuentes ajustes a la presión del oído medio añadiendo gas a través del tubo de Eustaquio desde la parte de atrás de la nariz. Si se desarrolla una diferencia de presión demasiado grande entre la presión del oído medio. Para algunos buzos, el tubo de Eustaquio está siempre abierto y no hay necesidad de un esfuerzo consciente para aclarar los oídos. Para la mayoría, sin embargo, el tubo de Eustaquio está normalmente cerrado y debe tomarse alguna acción para aclarar los oídos. Muchos buzos pueden aclararse por medio del bostezo, el tragar o el mover la mandíbula en círculos.

Algunos buzos deben forzar gentilmente la ascensión de gas hasta el tubo de Eustaquio cerrando la boca, apretándose la nariz y exhalando. Esta es llamada una maniobra Valsalva. Si existe un vacío relativo grande en el oído medio, el tubo de Eustaquio colapsa y ninguna cantidad de aclaramiento forzado lo abrirá. Si se percibe un barotrauma durante el descenso, el buzo debe detenerse, ascender unos cuantos metros y realizar suavemente una maniobra de Valsalva. Si el aclaramiento no sucede con lo expuesto anteriormente, se debe cancelar la inmersión.

### **Tratamiento del barotrauma de oído medio**

Al salir a la superficie después de un barotrauma de oído medio, un buzo puede quejarse de dolor, saciedad de oídos, pérdida de audición y hasta de vértigo suave. Ocasionalmente, puede haber sangre en las aletas de la nariz como resultado de forzar la sangre a través del tubo de Eustaquio por medio de la expansión de aire en el oído medio. El buzo debe informar de ello al supervisor de buceo y buscar ayuda médica. El tratamiento consta de medicamentos y la cesación del buceo hasta que el daño esté reparado.

## Barotrauma del seno



Los senos están localizados en espacios huecos del cráneo y están alineados con una membrana mucosa continua con la de la cavidad nasal. Los senos son pequeños bolsillos de aire conectados a la cavidad nasal por estrechos pasajes. Si se aplica presión al cuerpo y los pasajes de cualquiera de estos senos están bloqueados por mucosa o tejidos desarrollados, se experimentará rápidamente dolor en el área afectada. La situación es muy parecida a la descrita para el oído medio.

### Causas del barotrauma de seno

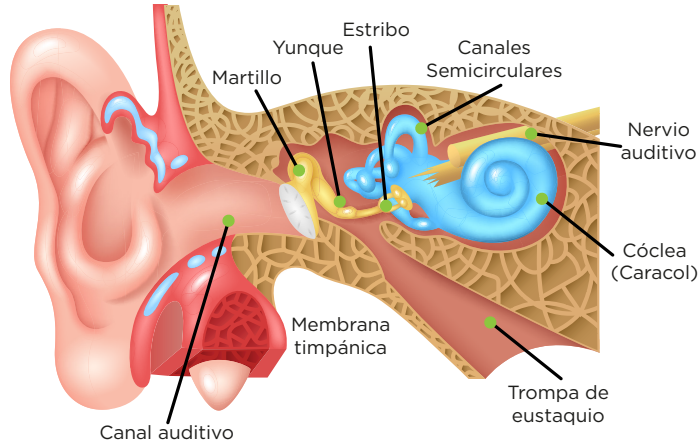
Cuando la presión de aire en estos senos es menor que la presión aplicada a los tejidos que los rodean, se produce el mismo efecto que si se produjera vacío dentro de los mismos senos: las membranas interiores se hinchan y si es suficientemente severa, se produce hemorragia hacia los espacios de los senos. Este proceso representa un esfuerzo natural para equilibrar la presión de aire negativa, llenando el espacio con tejido hinchado, fluidos y sangre.

Los senos están realmente comprimidos. El dolor producido puede ser suficiente para detener el descenso del buzo. A menos que el daño ya haya ocurrido, el retorno a la presión normal traerá alivio casi inmediato. Si se ha enfrentado tal dificultad durante el buceo, a menudo el buzo notará una pequeña cantidad de descarga nasal sanguinolenta al alcanzar la superficie.

### Prevención del barotrauma de seno

Los buzos no deberían sumergirse si son evidentes cualquier signo de congestión nasal o resfrío. Los efectos del barotrauma pueden ser limitados durante el buceo si se detiene el descenso y se asciende unos pocos metros para recuperar el equilibrio de presión. Si el espacio no puede ser equilibrado tragando o soplando contra la nariz comprimida, la inmersión debe ser cancelada.

## Barotrauma del oído interno



Un desequilibrio entre el oído medio y el ambiente externo puede causar un daño permanente al oído interno si el desequilibrio es repentino o duradero. Este tipo de barotrauma del oído interno a menudo está asociado a una ruptura de ventana redonda u oval.

Existen tres huesos en el oído medio: el martillo, el yunque y el estribo. El martillo está conectado a la membrana del oído (membrana timpánica) y transmite las vibraciones del sonido al yunque, el cual a su turno transmite estas vibraciones al estribo, el que las retransmite al oído interno. El estribo transmite estas vibraciones al fluido del oído interno a través de un hueco cubierto con una membrana llamada la ventana oval. Otro hueco cubierto con una membrana llamada la ventana redonda conecta el oído interno con el oído medio y alivia las ondas de presión en el oído interno causadas por el movimiento del estribo. El barotrauma puede romper la membrana de la ventana oval.

Cuando un buzo se sobrepasa a sí mismo, causa un aumento de la presión intracraneal. Si es suficientemente grande, esta presión puede ser transmitida al oído interno, generando un severo daño a la membrana de la ventana redonda.

### Síntomas del barotrauma del oído interno

Incluyen el campanilleo o rugido dentro del oído afectado, vértigo, desorientación, nistagmus, inestabilidad y una marcada pérdida de audición.

### Tratamiento del barotrauma del oído interno

Va desde reposo en cama a cirugía exploratoria dependiendo de la severidad de los síntomas.

## Síndromes de sobreinflación pulmonar

Los síndromes de sobreinflación pulmonar son un grupo de barotraumas relacionados causados por la expansión de gas atrapado en los pulmones durante el ascenso o por sobre presurización del pulmón con la subsiguiente sobre expansión y ruptura de los sacos alveolares. Exceso de presión dentro del pulmón también ocurre cuando el buzo presiona el botón para purificar de un regulador simple mientras está respirando. Las dos causas más importantes de ruptura alveolar son:

- Presión excesiva dentro del pulmón causada por la presión positiva.
- Falla o expansión de gas al escapar del pulmón durante el ascenso.

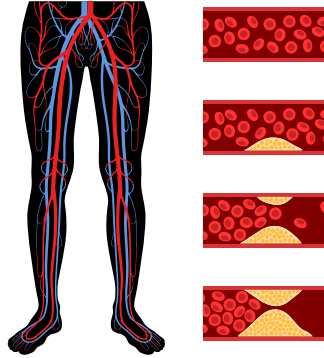
La sobreinflación pulmonar por la expansión de gas al salir del pulmón durante el ascenso, puede ocurrir cuando un buzo voluntaria o involuntariamente mantiene su respiración durante el ascenso. Otras de las causas que obstruyen al aire son el asma, secreciones pegajosas por neumonía o resfrío severo. Las condiciones que llevan a estos incidentes son diferentes de aquellas que producen el barotrauma pulmonar y ocurren mayormente durante los entrenamientos de ascenso libre o ascensos de emergencia usando trajes.

La manifestación clínica de la sobreinflación pulmonar depende de la ubicación de los colectores de aire libre. En todos los casos, el primer paso es la ruptura de los alvéolos con una acumulación de aire en los pulmones, condición conocida como enfisema intersticial. Este enfisema no causa síntomas bajo una nueva distribución de aire que pueda ocurrir. El gas puede encontrar su camino dentro de la cavidad torácica o en la circulación arterial.

### Consecuencias de la sobreinflación pulmonar

El goteo de gas en el tejido intersticial del pulmón puede causar síntomas poco notorios que pueden aparecer después de un tiempo prolongado. Si el gas entra en la circulación arterial, un factor potencial de riesgo por embolismo de gas puede ocurrir. El neumotórax ocurre si el gas acumulado entre el pulmón y el tórax continúa aumentando sin ventilación. Entonces, la tensión del neumotórax puede ocurrir.

## Embolismo arterial por gas



Es la complicación potencial más seria para un buzo y es causada por un exceso de presión dentro de los pulmones que falla al respirar durante el ascenso. Por ejemplo, si un buzo asciende a la superficie desde una profundidad de 30 mts. el aire dentro de sus pulmones se expande a cuatro veces su volumen original.

Si esta expansión de aire no tiene salida, crece dentro de los pulmones, sobre expandiéndolos y rompiendo los sacos de aire y los vasos sanguíneos. Entonces, el aire es forzado hacia la cama capilar pulmonar y las burbujas son llevadas hacia las cámaras izquierdas del corazón, donde estas burbujas son bombeadas hacia las arterias. Cualquier burbuja que sea demasiado grande para circular por las arterias, quedará bloqueada y formará un tapón (émbolo).

Los tejidos, tras el tapón, quedan desprovistos de sangre y oxígeno y las consecuencias dependerán del área u órgano donde el bloqueo se produzca. Cuando es el cerebro, los síntomas son extremadamente serios. A menos que el buzo sea ingresado a una cámara hiperbárica prontamente para reducir el tamaño de la burbuja y permitir que la sangre fluya de nuevo, evitando el peligro de muerte.

Un buzo no debe contener su respiración durante el ascenso. El que lo hace sentirá una sensación molesta tras el esternón y una estrechez pulmonar. El miedo y la inhalación de agua pueden gatillar un espasmo de los músculos de la laringe (laringoespasmo) que cierra el paso principal de los pulmones y de este modo, se puede llegar a la sobre expansión de los pulmones. Bajo estas circunstancias, la muerte puede ocurrir durante el ascenso desde profundidades de solo algunos metros. Cada buzo debe hacer una rueda completa de respiración normal y continuada durante el ascenso. Sin embargo, el buzo que no puede respirar por causas propias o por problemas en el traje, debe tratar de exhalar durante el ascenso.

## Enfisema de mediastino y subcutáneo

El enfisema mediastino ocurre cuando el gas ha sido forzado a través del tejido pulmonar a llegar hacia los tejidos del mediastino en la mitad del tórax, alrededor del corazón, la tráquea y los vasos sanguíneos mayores. El enfisema subcutáneo resulta de la expansión del gas que se ha filtrado desde el mediastino hacia los tejidos subcutáneos del cuello. Estos tipos de enfisema, incluyendo el enfisema intersticial, podrían no confundirse con el enfisema traída por los procesos de soltura o por fumar.

## Neumotórax

Es el resultado de la entrada de aire al espacio ubicado entre el pulmón y la pared torácica, el cual es llenado. Esta manifestación común, es llamada simplemente neumotórax por la filtración rápida de aire desde el pulmón hacia el tórax colapsando parcialmente el pulmón, causando una variación gradual en la respiración. Esta condición normalmente mejora con el tiempo cuando el aire es reabsorbido. En casos severos de colapso, el aire debe ser removido con la adición de un tubo o catéter. El comienzo del neumotórax es acompañado por un rápido dolor agudo del tórax, seguido de una respiración rápida, suspensión de movimiento normal del pecho en el lado afectado, taquicardia, pulso entrecortado y ansiedad. Un buzo que crea haber sufrido un neumotórax, debe ser examinado rápidamente por si existe un embolismo de gas arterial.

En algunas instancias, el daño pulmonar puede permitir la entrada de aire, pero no la salida desde el espacio pleural. Respiraciones graduales agrandan este espacio. Esto es llamado tensión de neumotórax debido al progresivo incremento de la tensión o presión ejercida sobre el pulmón y el corazón por la expansión del gas. Si incorrectamente esta presión es forzada sobre el pulmón afectado, causara un colapso completo. El pulmón y el corazón serán empujados al lado opuesto del tórax, lo que impedirá la circulación y la respiración. Los síntomas son más serios comenzando por una respiración más rápida y terminando en cianosis (un color azulado en la piel), hipotensión (presión sanguínea baja), shock y sin corrección, la muerte.

Si un simple neumotórax ocurre en un buzo bajo presión, el aire se expandirá durante el ascenso, de acuerdo con la ley de Boyle, creando una tensión de neumotórax. El volumen de aire inicialmente filtrado dentro de la cavidad pleural y la distancia de ascenso restante, serán determinantes en la llegada a la superficie.



## Efectos indirectos de la presión

Las condiciones previamente descritas ocurren por las diferencias de presión que dañan las estructuras corporales de un modo directo, de manera mecánica. La forma indirecta o efecto secundario de la presión son el resultado de cambios en la presión de gases individuales en la respiración media de un buzo. Los mecanismos de estos efectos incluyen la saturación y desaturación de los tejidos corporales por gas disuelto y la modificación de las funciones corporales por presión anormal de gas parcial.

### Narcosis por nitrógeno



.25

#### Síntomas de la narcosis

- Pérdida de juicio o habilidades.
- Sensación falsa de sentirse bien.
- Falta de interés en el trabajo o la seguridad.
- Estupidez aparente.
- Risa inapropiada.
- Temblor y entumecimiento de los labios, encías y piernas.

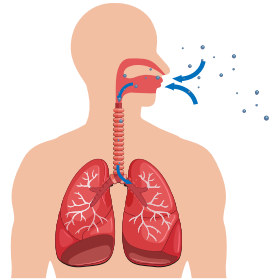
El descuido por la seguridad personal es el gran riesgo de la narcosis por nitrógeno. Los buzos pueden mostrar un comportamiento anormal como remover el regulador bucal o sumergirse a profundidades peligrosas descuidando la descompresión o el suministro de aire. No existe un tratamiento específico para esta narcosis, el buzo debe alcanzar profundidades más bajas donde los efectos no los sienta.

### **Susceptibilidad a la narcosis**

Los gases inertes varían en su potencia narcótica. Los efectos del nitrógeno pueden comenzar a notarse a profundidades que excedan los 30 mts. Existe un gran rango de susceptibilidad individual y en algunos buzos, particularmente aquellos que tienen experiencia en operaciones profundas con aire, cualquier relajación del esfuerzo por mantenerse consciente puede llevarlos a fallar o a un final trágico.

El desarrollo y eficiencia de los buzos para respirar aire comprimido es descompensada a profundidades mayores. Los signos y síntomas son severos por lo que el buzo puede alucinar, exhibir un comportamiento extraño o perder la conciencia. Además, el incremento asociado en la presión parcial de oxígeno a estas profundidades puede producir convulsiones por oxígeno.

### **Toxicidad del oxígeno**



La presión parcial de oxígeno en exceso que se encuentra en condiciones atmosféricas normales puede ser tóxica para el cuerpo. La toxicidad del oxígeno es dependiente de la presión parcial y el tiempo de exposición. Los dos tipos de toxicidad por oxígeno experimentadas por los buzos son la toxicidad pulmonar y la del sistema nervioso central (SNC).

### **Toxicidad de oxígeno en el sistema nervioso central (SNC)**

La susceptibilidad a esta toxicidad varía de persona a persona y de momento a momento, por esta razón los buzos pueden experimentar toxicidad al sistema nervioso al exponerse por tiempos y presiones previamente toleradas. Porque es la presión parcial de oxígeno en sí misma la que causa la toxicidad, el problema puede ocurrir cuando mezclas de oxígeno con nitrógeno ó helio son respiradas en profundidad. La toxicidad por oxígeno es influenciada por la densidad del gas respirado y las características del sistema de buceo usado. De este modo, los límites permitidos para la presión parcial de oxígeno difieren algunos grados para sistemas específicos de buceo.

### **Síntomas de toxicidad por oxígeno**

La consecuencia directa más seria de la toxicidad por oxígeno son las convulsiones. A veces el reconocimiento de los primeros síntomas puede ser la suficiente advertencia para reducir la presión parcial de oxígeno y prevenir la aparición de síntomas más serios. La advertencia más común se reconoce por la abreviación **V.E.N.T.I.D.C.**:

- (V) Síntomas Visuales: visión de túnel o decrecimiento de la visión periférica y otros síntomas como visión borrosa.
- (E) Síntomas Auditivos: tinnitus, cualquier sonido percibido por los oídos, pero no de un estímulo externo puede asemejarse a campanas, estruendos o a un sonido pulsante como de maquinaria.
- (N) Náuseas o vómitos espasmódicos: estos síntomas pueden ser intermitentes.
- (T) Sacudidas y síntomas de tintineo: Cualquiera de los pequeños músculos faciales, labios o músculos de las extremidades pueden ser afectados. Estos son los síntomas más claros y frecuentes.
- (I) Irritabilidad: cualquier cambio en el status mental del buzo incluyendo confusión, agitación y ansiedad.
- (D) Vértigo: los síntomas incluyen torpeza, descoordinación e inusual fatiga.
- (C) Convulsiones: el primer signo de la toxicidad por oxígeno al SNC puede ser la convulsión que ocurre con o sin una advertencia.

Los síntomas no siempre aparecen y muchos de ellos no son exclusivamente síntomas de toxicidad por oxígeno. Las sacudidas, tal vez, son el síntoma más claro de toxicidad, pero esto puede ocurrir más tarde. La aparición de cualquiera de estos síntomas usualmente representa una señal corporal de aflicción de alguna clase y debe ser atendida.

### **Prevención**

Los actuales mecanismos de la toxicidad por oxígeno del SNC, permanecen desconocidos en espera de muchas teorías e investigaciones. La prevención de esta toxicidad es muy importante para los buzos. Cuando el uso de altas presiones de oxígeno es ventajoso o necesario, los buzos deben tomar precauciones especiales como estar seguros de que el aparato respirador esté en orden, observar los límites de profundidad evitando la ejercitación excesiva y prestar importancia a los síntomas que puedan presentarse.

## Formación de burbujas

Las burbujas de nitrógeno formadas en los tejidos y la sangre, es conocida como enfermedad por descompresión. Estas burbujas pueden presionar los nervios, dañar tejidos delicados, bloquear el flujo sanguíneo de órganos vitales e inducir a cambios bioquímicos y coágulos sanguíneos. Los síntomas pueden comenzar desde sarpullidos en la piel, leve molestia muscular, parálisis, vértigo, pérdida de audición, inconsciencia y en algunos extremos hasta la muerte.

Afortunadamente, la sangre y los tejidos pueden mantener el gas en una solución supersaturada a algunos grados sin la seria formación de burbujas. Esto permite al buzo ascender algunos metros sin experimentar enfermedad por la descompresión, mientras posibilita a una parte del gas difundirse a través de los tejidos y salir del cuerpo. Por el progresivo incremento y la espera por períodos en cada nivel, el buzo eventualmente alcanza la superficie sin experimentar estos síntomas por descompresión.

## Enfermedad por descompresión



Se ha discutido, que cuando la sangre y los tejidos del buzo han tomado nitrógeno o helio en una mezcla a profundidad, reduciendo la presión externa en el ascenso, puede producir un estado de súper saturación. Si la eliminación de gas disuelto, vía circulación y pulmones, falla con la reducción de la presión externa, el grado de súper saturación puede alcanzar el punto al cual el gas no puede mantenerse por más tiempo en solución. La situación se revierte como pasa con una botella de agua carbonatada, cuando es destapada.

## Efectos directos de las burbujas



Las burbujas pueden aparecer en los buzos desde el pulmón y entrar al torrente sanguíneo desde la sobreinflación pulmonar (embolismo de gas arterial). Una vez en el torrente sanguíneo, las burbujas pueden causar síntomas dependiendo solamente de donde ellas terminen su recorrido, no en su fuente de origen. Estas burbujas pueden ejercer sus efectos directamente en severas formas:

- Bloqueo directo del suministro de sangre arterial llevando a los tejidos a la hipoxia, tejidos dañados y la muerte. Esto se llama embolismo y puede ocurrir desde un daño pulmonar (embolismo de gas arterial) o desde las burbujas alcanzando la circulación arterial durante la descompresión.
- Congestión de las venas o bajo flujo sanguíneo, lo cual lleva a incrementar la presión en la zona afectada. Esto incrementa la presión llevando a la hipoxia, daño de tejidos y la muerte. Esto podría dañar la espina dorsal.
- Presión directa sobre los tejidos cercanos causando tensión, presión sobre las terminaciones nerviosas o daño directo al mecanismo. También podría dañar la espina dorsal.
- Burbujas bloqueando el flujo sanguíneo en los pulmones y llevar al decrecimiento del intercambio de gas, hipoxia é hipercapnia. Podría ocasionar daño en los pulmones.

El curso de tiempo para los efectos directos por las burbujas es corto (algunos minutos a horas). El único tratamiento necesario es en cámara hiperbárica. Esto comprime la burbuja a un diámetro más pequeño, restaurando el flujo sanguíneo, decayendo la congestión en las venas y favoreciendo el intercambio de gas en los pulmones y tejidos. Además, incrementa la velocidad a la que las burbujas pierden el gas y colapsan.

### **Síntomas de la enfermedad por descompresión**

Los síntomas incluyen dolor en las articulaciones, músculos o huesos cuando la burbuja se encuentra en alguno de ellos. La formación de burbujas en el cerebro puede producir ceguera, vértigo, parálisis además de convulsiones e inconsciencia. Cuando la espina dorsal está involucrada, parálisis y/ o pérdida de sensibilidad. Las burbujas en el oído interno producen pérdidas de audición y vértigo.

Las burbujas en los pulmones causan tos, respiración cortada e hipoxia, condición referida a las asfixias. Esta condición puede ser fatal. Burbujas en la piel producen picazón o sarpullidos. Fatiga anormal o cansancio después de una inmersión son probables síntomas de presencia de burbujas en lugares anormales y niveles sanguíneos del buzo.

La enfermedad por descompresión puede producir serias inestabilidades amenazando la vida si no es atendido rápida y adecuadamente. Cuando otras áreas como las articulaciones son afectadas, la condición puede producir un dolor agudo y llevar a un daño localizado si no es tratado debidamente.

### **Tratamiento de la enfermedad por descompresión**

Este tratamiento es acompañado por recompresión. Es necesario poner al buzo bajo presión para reducir el tamaño de las burbujas para provocar la salida dentro de la solución y proporcionar oxígeno extra a los tejidos hipóxicos. El tratamiento se hace en una cámara de hiperbárica. La recompresión en el agua no es recomendable.

Investigaciones modernas han mostrado que los síntomas causados por las burbujas dependen de su última ubicación y no de su fuente. Esto significa que el tratamiento de enfermedades causadas por burbujas es dependiente de los últimos síntomas y severidad de ellos.

Este descubrimiento ha llevado a que el tratamiento inicial por embolismo de gas arterial y la enfermedad por descompresión sean el mismo. Después de esto el tratamiento prosigue de acuerdo a las condiciones del paciente y su respuesta a la terapia. Estos casos usualmente responden a la sola recompresión, sin embargo, el tiempo que toma la ascensión donde los síntomas aparecen, se atribuye a las burbujas. En esta situación, la recompresión por sí sola será menos efectiva.

### **Prevención de la enfermedad por descompresión**

La prevención de esta enfermedad se realiza por el seguimiento de tablas de descompresión. Sin embargo, la susceptibilidad individual o condiciones inusuales en el buceo, produce un pequeño porcentaje de casos aun cuando el propio buzo procede con un seguimiento meticuloso de las tablas de descompresión. Para estar completamente libre de la enfermedad bajo toda circunstancia. Por otro lado, bajo circunstancias ideales algunos individuos pueden ascender con toda seguridad en menos tiempo de lo que las tablas de descompresión especifican. Esto no quiere decir que las tablas contienen un rango de tiempo exagerado. Las tablas representan el mínimo aceptable de tiempo para la descompresión donde los buzos ascienden con seguridad desde un trabajo normal sin una incidencia real de la enfermedad.

El mecanismo de dolor por compresión es desconocido, pero se piensa que es el resultado del repentino incremento de la tensión por gas en los tejidos alrededor de las articulaciones causando cortes de fluido e interfiriendo en la lubricación de estas.

### **Factores de stress por calor**

La magnitud del stress por calor impuesto sobre un buzo depende de la temperatura del agua, duración del buceo, protección termal del traje y del rango al cual el buzo está trabajando. El stress por calor está relacionado al alcance en el cuerpo de la temperatura del núcleo. Un individuo es considerado para desarrollar la hipertermia cuando la temperatura del núcleo alcanza 1°C sobre lo normal, 37°C. La temperatura máxima del núcleo, de modo seguro, es de 39°C. Un buzo que use un traje húmedo mientras está en agua fría trabajando duro, puede alcanzar el límite, tanto como un buzo trabajando en aguas tibias sin traje termal. Si durante el trabajo un buzo siente calor o incomodidad, puede considerar el bajar el ritmo de trabajo o limitar su exposición.

### **Climatización**

Es el proceso donde repetidas exposiciones al calor reducirán (pero no eliminarán) el alcance a la temperatura del núcleo. Al menos cinco días consecutivos de climatización para un buceo en aguas templadas, se necesitan para ver el incremento de la tolerancia al calor. El ejercicio de entrenamiento es esencial para aclimatarse. Donde sea posible, la climatización deberá ser completada antes de ejecutar un trabajo de buceo extenso. La climatización puede comenzar con cortas exposiciones y trabajos livianos. Todo el personal de apoyo debe estar aclimatado. Los buzos completamente climatizados, pueden desarrollar hipertermia. Los beneficios de la climatización comienzan a desaparecer a los 3 y 5 días después de haber tenido la exposición al agua tibia. La climatización se puede mantener por buceo o nado en aguas tibias en los días en que el buzo no esté de servicio.

## Síntomas de hipertermia

Los signos y síntomas de hipertermia pueden variar según los individuos. Desde que el buzo ha estado en el agua y no considera un alza de temperatura, el personal de apoyo no debe confiar en los signos y síntomas clásicos del stress por calor presentados en tierra.

Un alto rango respiratorio que normalmente se espera para el grado de trabajo, es una advertencia primaria de hipertermia. Rangos de respiración excesivos mantenidos por más de 1 y 2 minutos, pueden producir mareos, dolor muscular, dolor de cabeza ó inconsciencia.

Las habilidades mentales se deterioran con una temperatura nuclear mayor a 37°C. La habilidad para aprender y retener nueva información será restringida. Normas y comportamiento de trabajo puede llegar a ser errático. Al momento que la temperatura del núcleo se acerca a los 38°C. una notable confusión mental podría presentarse.

## Impacto de la hipertermia en el tiempo de buceo

Es la probabilidad del aumento de la hipertermia con el tiempo de buceo. La deshidratación puede ocurrir principalmente a través de la sudoración, la orina puede estar ausente. Una pérdida de 0.90 kg. después del buceo, indica una pérdida de un cuarto del agua corporal. Grandes pérdidas, como cuatro libras, indican una marcada deshidratación. Calambres musculares pueden aparecer. Un rápido aumento en el pulso indica una severa hipertermia. Los buzos pueden experimentar sensación de estar acalorados, fatigados, desorientados o mareados antes del colapso. Este colapso puede ocurrir rápidamente.

Los buzos pueden parecer físicamente funcionales en el agua, pero colapsan al salir de ella. Por lo cual, todo buzo que ha estado por más de una hora en el agua debe ser atendido y vigilado cuidadosamente. Si ellos sienten mareos cuando se paran, deben recostarse, recibir una adecuada rehidratación y cesar el trabajo hasta el próximo día.





## Deshidratación

La deshidratación es importante para los buzos, particularmente en zonas tropicales. Está referida a una excesiva pérdida de agua desde los tejidos corporales y es acompañada de un desorden en el balance de los electrolitos, particularmente potasio y cloruro de sodio.

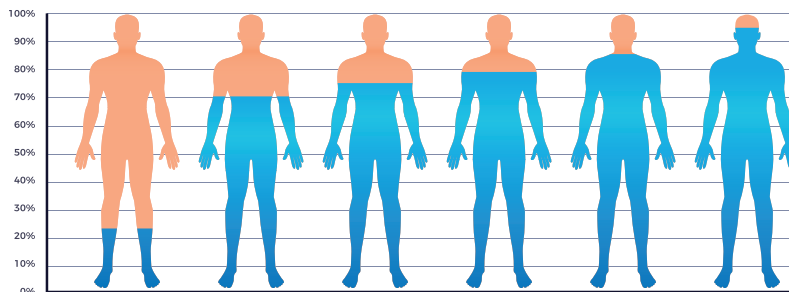
### Causas de la deshidratación

La deshidratación puede ocurrir por excesiva transpiración o respiración de gases secos por períodos largos.

La inmersión en el agua crea una condición semejante a un estado de libre gravedad. En el peso corporal, la gradiente hidrostática y el sistema circulatorio son casi contrabalanceados por la presión ambiental del agua. Esto reduce el volumen de estancamiento de sangre en las venas de las piernas y resulta en un aumento en el volumen central de sangre, llevando a un incremento en la orina (diuresis de inmersión). El aumento del fluido de orina lleva a una mayor pérdida de agua corporal durante el buceo.

### Prevención de la deshidratación

La deshidratación cubre el incremento de la incidencia de la enfermedad por descompresión. La prevención es el mejor remedio. Los buzos deben aumentar su absorción de fluidos durante las operaciones de buceo para mantenerse bien hidratados.



## 9. CONTROLES OPERACIONALES

### MATRIZ DE RIESGO

El objetivo de la matriz de riesgo es proporcionar un documento que identifique los riesgos asociados con cada aspecto del trabajo que se realizará y elaborar soluciones que reducirán, eliminarán o protegerán contra esos riesgos.

### EVALUACIÓN DEL PROCEDIMIENTO DE DESCOMPRESIÓN

- En la planificación de todo buceo se debe tratar de evitar la necesidad de efectuar buceos con descompresión, mediante el empleo de dos a más dotaciones de buzos o planificando la faena.
- Ante la necesidad de efectuar descompresión, esta deberá ser hecha dentro de lo posible en superficie y empleando oxígeno como medio respiratorio. De esta manera se tendrá un mejor control de la condición del buzo durante todo su tiempo de descompresión.
- Antes de cualquier operación de buceo se realizará una evaluación del procedimiento de descompresión que considere los riesgos de la aparición de síntomas de narcosis por nitrógeno, intoxicación por oxígeno, o alguna enfermedad descompresiva.
- Se asegurará que todos los riesgos asociados y externos se hayan considerado y reducido completamente para darle la máxima seguridad al buzo.
- El plan y procedimiento de descompresión (cuando corresponda).
- Cualquier incidente de enfermedad descompresiva debe ser investigado en forma detallada para determinar la causa y factores que contribuyeron al incidente. En este proceso se deben considerar tanto los procedimientos de descompresión utilizados como el historial individual del buzo.

## ● GUÍA TÉCNICA DE BUCEO SEGURO

---

### **EQUIPO DE BUCEO**

Los miembros del equipo de buceo deben recibir las siguientes instrucciones:

- Las tareas asignadas al equipo y a cada uno en particular.
- Procedimientos de seguridad para cada modo de buceo diferente que pudiera emplearse.
- Cualquier riesgo o condición ambiental transitoria que pueda afectar la seguridad de las operaciones de buceo.

Antes de cada buceo, al buzo se le debe informar que tiene que reportar cualquier condición física disminuida, o problema fisiológico adverso que reduzca su capacidad para bucear con seguridad.

Ningún buzo ejecutará un buceo que él considere inseguro o que sobrepase sus capacidades individuales. Nunca se exigirá a un buzo bucear contra su voluntad o se le ordenará bucear bajo amenaza.

### **INTERRUPCIÓN O FINALIZACIÓN DEL BUCEO**

El trabajo de buceo debe ser interrumpido o finalizado al darse cualquiera de las siguientes condiciones:

- Por orden directa del supervisor de buceo responsable de la faena.
- Cuando el buzo lo solicite.
- Cuando el buzo no responda correctamente a las comunicaciones o señales desde la superficie.
- Cuando se pierdan en forma permanente las comunicaciones entre el buzo y su tender, o entre el buzo y el supervisor de buceo, y cuando se bucea con nave en movimiento, con el patrón de ésta.
- El buzo comienza a usar la reserva de gas respirable que él mismo transporta o, si es el caso, la reserva de gas respirable que se encuentra en el sitio de buceo.

### REQUERIMIENTOS MÍNIMOS DE DOTACIÓN DEL EQUIPO DE BUCEO

Los requerimientos mínimos de dotación están establecidos por el Reglamento para Buzos Profesionales y la Circular A-42/002 que regula materias complementarias al Reglamento de Buceos para buzos profesionales, sobre buceo en materias de actividad subacuática, empleando aire como medio respiratorio\*.

Es importante mencionar que en circunstancias especiales pueden requerir aumentar este estándar mínimo, pero en ningún caso reducirlo. Los anteriores son requerimientos mínimos. En caso de que el buzo utilice alguna herramienta o dispositivo que requiera ser asistido constantemente desde la superficie, se requerirá la designación de una persona adicional como tender/asistente de las mangueras y cables

36.



\* Para mayor información respecto a la legislación vigente de la Dirección General del Territorio Marítimo y de Marina Mercante (DIRECTEMAR) visite el sitio web :<https://www.directemar.cl/>, sección marco normativo.

### REQUERIMIENTO DE CÁMARA DE HIPERBÁRICA

Para toda operación que se realice a una profundidad mayor de 40 metros de agua de mar (msw) se debe disponer en superficie de una cámara de hiperbárica, emplazada en el lugar de buceo.

La cámara debe ser de un diseño de doble esclusa con una capacidad mínima de 6 ATA (equivalente a 50 metros de agua de mar).

La cámara debe estar lista para su uso inmediato durante la ejecución de las operaciones de buceo y durante las 12 o 24 horas siguientes dependiendo si el buceo se efectuó con aire comprimido o con gas mezclado, respectivamente, no siendo exigencia que esté tripulada durante este lapso de tiempo, pero sí lista para ser empleada.

Más adelante, se establecen los requisitos técnicos mínimos para la cámara de hiperbárica.



### DEBERES DEL BUZO PARA EVITAR EMERGENCIAS

- Saber usar y mantener correctamente todo el equipo de buceo, así como sus accesorios.
- Informar siempre al supervisor antes o durante el buceo, cuando no esté en buenas condiciones físicas y/o psicoemocionales.
- Mantenerse habilitado legalmente y someterse a las evaluaciones físicas y médicas periódicas reglamentarias como el examen médico anual.
- Tener siempre en mente que el trabajo de buceo es adverso, y por lo tanto deberá estar siempre en conocimiento y atento a cualquier cambio en los procedimientos.
- No practicar actividades que exijan esuerzo físico durante el período de observación después de la descompresión (12 horas para buceos con aire y 24 horas para buceos con gas mezclado).
- Intentar alimentarse con comidas livianas y nunca en cantidades excesivas antes de cualquier buceo.
- Mantener un estado físico acorde a las exigencias propios del buceo.
- Tener conciencia de la extrema importancia del espíritu de equipo, de solidaridad y de autodisciplina que esta actividad de buceo exige del profesional.
- No hacer uso de medicamentos sin previa orientación médica, 24 horas antes de cualquier buceo.
- No consumir alcohol 18 horas antes de bucear. No consumir drogas.

38.



## REGISTROS DE MANTENCIÓN DE LOS EQUIPOS | HISTORIAL DEL EQUIPO

- Los equipos tales como: cascos de buceo, botellas de emergencia, compresores, cámaras de descompresión, consolas de control degas mezclado, reguladores, etc., cuyo objetivo es mantener la vida, deben ser totalmente conocidos por los buzos y poseer un programa de mantenimiento planificado.
- Debido a la naturaleza de dependencia de la vida humana inherente a toda operación de buceo con personas, el supervisor debe asegurarse que el personal involucrado en la operación, mantención, reparación de sistemas y equipos de buceo tengan un adecuado entrenamiento y experiencia en el tipo de equipos empleados. (El supervisor de la faena de buceo tiene como una de sus obligaciones profesionales la de asegurarse, antes de iniciar la faena, que los equipos se encuentran con su mantención al día y en perfectas condiciones para ser utilizados por los buzos).
- Cada equipo de buceo del que dependa una vida debe contar con una carpeta de historial del equipo durante toda su vida útil y donde se guardará registro detallado de sus características y de toda intervención de mantenimiento o de modificación realizada al equipo.
- Cada anotación incorporada al historial de un equipo debe describir en forma completa y concisa el trabajo efectuado, indicando las fechas importantes junto a las reparaciones, calibraciones, pruebas, y modificaciones llevadas a cabo en el equipo. La persona que ejecutó cualquiera de las acciones antes mencionadas debe estampar su nombre y firma al término de su anotación.
- Todo equipo debe tener un número de identificación único que lo relacione con su carpeta historial de equipo.
- Cada casco de buceo debe ser inspeccionado y mantenido siguiendo el procedimiento sugerido por el fabricante.

## EL TRAJE DE BUZO

La vestimenta del buzo debe ser segura y adecuada para el trabajo. Debe proteger al buzo de elementos ambientales y condiciones térmicas y además de cualquier condición peligrosa posible causada por sustancias químicas o contaminantes.



### Traje seco

Todos los trajes secos deben estar equipados con válvulas de seguridad para evitar un sobre inflado que podría causar un ascenso no controlado del buzo. Los trajes de buceo son confeccionados con un material resistente al ambiente en el que serán utilizados y deberán proteger al buzo de temperatura y contaminación proveniente del medio ambiente.

### El arnés

- El arnés debe tener un diseño y material que permita levantar al buzo y su equipo, estando en el agua.
- El arnés debe poseer un sistema de escape rápido que desconecte el umbilical del arnés. Este gancho de escape rápido o mosquetón debe tener una resistencia mínima de 1.000 kg.
- El diseño del arnés debe ser construido y colocado de manera que prevenga que un buzo en estado inconsciente se deslice y se salga del arnés, o que se generen esfuerzos anormales en el casco.
- El arnés no se debe usar nunca como cinturón de plomos.
- El arnés debe tener un diseño tal que no restrinja la respiración del buzo cuando el peso total del buzo está siendo soportado por el arnés.

### El cinturón de plomos

- Deberá tener el peso suficiente para mantener al buzo en la profundidad de trabajo.
- El cinturón de plomos no deberá emplearse para hacer firme el umbilical del buzo.
- Debe tener una hebilla de escape rápido, pero que no permita una liberación accidental del cinturón.



### **Botella para escape de emergencia**

- Debe ser de una capacidad suficiente para permitir al buzo regresar a la superficie siguiendo una razón de ascenso de 9 mts. por minuto.
- Debe poseer un medio para conectarse al casco del buzo que no permita una desconexión accidental.
- Debe tener un regulador que entregue la presión y flujo de aire o gas respirable al casco del buzo recomendado por el fabricante del equipo.
- Todas las botellas de aire/gas de emergencia deben estar equipadas con un dispositivo de alivio de sobre presión.
- Estas botellas deben ser inspeccionadas anualmente en su exterior y su interior para detectar daños o corrosión.
- Cada cinco años las botellas de emergencia deben ser sometidas a una prueba hidrostática de acuerdo con los requerimientos de la legislación vigente o del fabricante, la que sea más exigente. La fecha de la prueba debe quedar estampada en la botella.
- Cada botella debe tener una identificación única y todas las pruebas y datos relevantes deben ser registrados en su carpeta de historial de equipo.

### **Chaleco compensador de boyantes**

- El buzo debe llevar puesto un chaleco compensador de boyantes antes de iniciar cada inmersión.

### **Cuchillo del buzo**

Todos los buzos tendrán un cuchillo de buceo de hoja fija, con vaina y con correas para colocación y sujeción.

### **El casco de buceo**

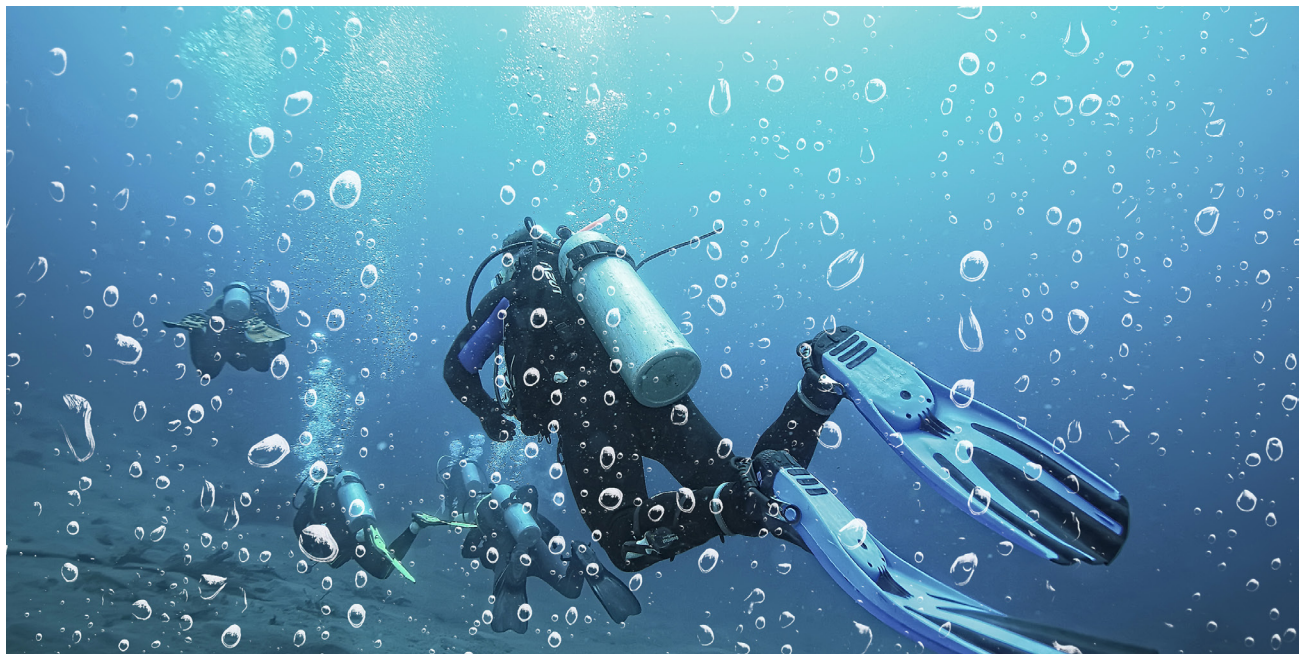
El casco de buceo y sus reguladores asociados son componentes críticos para mantener la vida del buzo, y como tales deben ser inspeccionados y mantenidos siguiendo estrictamente las recomendaciones del fabricante, debiendo reflejarse en la carpeta de historial de cada equipo el cumplimiento regular de lo anterior.

El propietario de cada casco y de sus sistemas asociados es el único responsable de asegurar que el equipo está en perfectas condiciones antes de iniciar el buceo.

Los cascos utilizados para las operaciones de buceo con aire abastecido desde la superficie deben:

- Estar equipados con un sistema de comunicaciones de dos vías.
- Tener en la línea principal de aire o gas respirable, una válvula de no retorno de cierre rápido y positivo.
- Poseer válvulas de no retorno cargadas con resorte que no excedan las 3 p.s.i. de presión de despegue (inicio de la apertura).
- Ser construidos en materiales que resistan la corrosión.
- Tener protección para una sobre presurización.

42.



### **Mangueras para buceo**

- Las mangueras flexibles utilizadas en los sistemas de buceo deben tener una presión de ruptura mínima equivalente a 4 veces la presión máxima de trabajo (PMT).
- Las mangueras deben tener una presión máxima de trabajo y rango de flujo no menor al del sistema que está instalado y debe ser la adecuada para el equipo o servicio con que trabajan.
- Deben tener conectores y fittings de unión con una capacidad de presión igual o mayor que la de la manguera en la que están instalados.
- Los conectores y fittings de unión deben ser de un material resistente a la corrosión y que no se puedan desconectar accidentalmente.
- Las mangueras deben ser resistentes a la deformación por torceduras y dispuestas de manera de evitar deformaciones.
- El umbilical armado en toda su longitud debe ser sometido anualmente a una inspección visual detallada y a una prueba hidráulica con 1,5 veces la presión de trabajo de diseño por 10 minutos, sin que se detecte pérdida de presión.
- Las mangueras deben tener una clasificación de temperatura suficientemente adecuada para cuando se utiliza con sistemas de agua caliente.
- Las mangueras se deben revisar y someter a pruebas de presión después de cada reparación o modificación.

### **Mangueras para aire**

- Las mangueras para aire o mezcla de gas respirable deben cumplir todos los requisitos del punto anterior y además ser adecuadas para transportar aire o gas respirable.
- Deben tener una PMT (presión máxima de trabajo) igual o mayor que la profundidad máxima de trabajo (en relación con la fuente de aire) más 150 [psi].
- Deben ser diseñadas para prevenir que colapsen cuando se utilizan en operación con presión externa mayor que la presión interna.
- Las mangueras de aire o gas respirable deben ser sometidas a una prueba hidrostática anual con 1,5 veces la presión de trabajo de diseño. Mientras se aplica la presión hidráulica se debe mantener ejercida sobre la manguera una carga axial de 100 kg. La presión de prueba debe mantenerse sin pérdida de presión (una vez corregida por temperatura), durante 10 minutos y verificar que no se produzca ningún movimiento o desplazamiento axial en los conectores de la manguera.

**Nota:** La carga axial puede ser retirada después de aplicar la presión hidráulica pero solo si no se detecta ninguna filtración.

### **El umbilical del buzo**

El conjunto de mangueras que conforma el umbilical del buzo debe cumplir con todos los requisitos anteriores. Cada umbilical debe tener identificación única de modo de facilitar su seguimiento en el programa de mantenimiento planificado.

El umbilical debe componerse de una manguera para aire o gas respirable, una manguera del pneumofatómetro, cable de comunicaciones y un miembro estructural o cabo de vida que sea resistente al trabajo submarino prolongado.

Debe tener un argollón firmemente adosado que facilite la conexión con el mosquetón de arnés del buzo.

El conjunto del umbilical, incluyendo el o los argollones de conexión, debe tener una resistencia a la ruptura mínima de 500 kg.

Debe tenerse la precaución que el umbilical empleado para el buzo de emergencia sea de longitud tal que le permita alcanzar al buzo operativo sin restricciones.

### **Compresores de aire**

Los compresores, filtros que se utilizan con el aire respirable para buceo, deben cumplir con los siguientes requerimientos mínimos:

- Poseer protecciones físicas en las partes externas rotatorias o móviles que cumplan como mínimo con los estándares nacionales de protección al trabajador.
- Poseer instrumentación adecuada al servicio que prestan, y que facilite su operación.
- Su tipo, presión de servicio y capacidad, deben ser suficientes y adecuados al tipo de servicio que prestan.
- La aspiración de aire debe estar ubicada lejos y siempre a barlovento de cualquier fuente de gases de escape o gases contaminantes.
- Las mangueras flexibles deben cumplir con las exigencias de estos estándares como mínimo.
- No deben ser empleados para comprimir o transferir oxígeno a no ser que sean diseñados para tal uso.
- Deben tener una ubicación que facilite el acceso para someterlas a trabajos de mantención rutinarios y de emergencia.
- A los compresores se le someterá a prueba y se les revisará el nivel de combustible y aceite antes de cada operación de buceo.

### **Registros de la mantención y reparación en compresores**

- Todo compresor debe tener un plan de mantención programada y una carpeta de historial del equipo donde se registrará con la fecha, nombre y firma del ejecutante todo trabajo de mantención o reparación. Los registros deben incluir los cambios de correas y de aceite.
- Todos los compresores y equipos afines se deben rotular con una marca de identidad única para facilitar el seguimiento en el sistema de mantención.

### **Filtros para aire y gases respirables**

Los filtros previenen la contaminación del aire o gas respirable del buzo. Todos los compresores y equipos afines deben estar equipados con filtros con capacidad y presión de trabajo en exceso que las del compresor, y ser capaces de entregar aire o gas respirable según el estándar de calidad de aire.

Los filtros de aire o gas se deben revisar antes de cada operación de buceo y reemplazar, según se requiera. Se deben realizar además pruebas de calidad de aire antes del inicio del buceo, ingresándose los resultados en la carpeta historial del equipo de modo de confirmar que tanto el aire como los gases respirables cumplen con el estándar antes nombrado.



### **Bancos acumuladores de aire**

Los bancos acumuladores de aire utilizados en buceo deben cumplir con lo siguiente como mínimo:

- Tener un manómetro.
- Tener una válvula de no retorno (check) en la entrada de aire.
- Tener una válvula de seguridad conforme a las normas del fabricante del acumulador.
- Tener una válvula de purga para remover la condensación, ubicada en su punto más bajo de manera de facilitar su drenaje (la acumulación de humedad condensada se purgará antes y después de cada buceo, poniendo especial atención cuando se note que la condensación contiene aceite).
- Tener válvulas de apertura lenta cuando se utilicen con presiones que exceden las 500 psi.
- Ser inspeccionados anualmente en su exterior y en su interior para establecer presencia de daños y corrosión.
- Ser sometido anualmente a una prueba neumática, es decir empleando presión de aire o de la mezcla respirable utilizada a 1,5 veces la presión de trabajo máxima.
- Ser sometido cada cinco años o después de cada reparación o modificación, a una prueba hidrostática a 1,5 veces la presión máxima de trabajo. La fecha de esta prueba debe quedar estampada en el banco de aire/gas.
- Poseer una identificación única y anotar cada trabajo y resultado de prueba en la carpeta de historial del equipo.
- Cuando se vayan a emplear con mezclas respirables con más de 40% de oxígeno se deben limpiar interior y exteriormente, y tener siempre válvulas de apertura lenta. Las cañerías de los manómetros deben limpiarse por separado para asegurar un buen resultado.

### **Botellas de alta presión para aire**

Las botellas para almacenar el aire o el gas mezclado respirable a alta presión deben cumplir lo siguiente como mínimo:

- Poseer un dispositivo de alivio de sobrepresión.
- Ser sometidas anualmente a una inspección visual por daños y corrosión, interna y externamente si se emplean bajo el agua.
- Si se les instala en un banco de botellas, deben tener sus válvulas y reguladores protegidos contra impactos y daños por objetos que caigan.
- Ser sometidas cada cinco años a una prueba hidrostática con 1,5 veces la presión de trabajo máxima, estampándose la fecha de la prueba en la botella.
- Se deben rotular en lo que se refiere a sus contenidos y debe haber advertencia de incendio en las cercanías de las botellas de oxígeno.
- Se deben ubicar en un área bien ventilada, protegida de sobre temperatura y de golpes y caídas.

En un lugar pre-designado se debe mantener un registro actualizado del contenido y presión de cada botella o banco de botellas.

Se les debe marcar para facilitar su ubicación y seguimiento en el programa de mantención planificada.

### **CÁMARAS DE DESCOMPRESIÓN**

#### **Precauciones generales**

1. Nunca utilizar solventes para la limpieza.
2. No exponer las ventanas o claraboyas a temperaturas de más de 65°C.
3. Inspeccionar todas las ventanas y superficies herméticas antes de la operación.
4. Utilizar solo material para empaquetaduras y O-ring's del tipo y material especificado por el fabricante.
5. Confirmar que todos los sellos estén instalados correctamente.
6. No sobre-presurizar la cámara.
7. No usar zapatos dentro de la cámara.
8. No introducir lubricantes en base a aceite al interior de la cámara.

### **Requerimientos mínimos para inspección de las cámaras hiperbáricas**

Deberá ser inspeccionada y probada anualmente o después de cada reparación o modificación, para detectar cualquier daño o deterioro.

Las siguientes pruebas deben ser hechas cada tres años:

1. Todos los circuitos, cañerías y tuberías de instalación permanente en la cámara deben ser probadas a la presión máxima de trabajo.
2. La cámara debe ser presurizada con la mezcla respirable utilizada, a la presión máxima de trabajo, para detectar cualquier filtración hacia el exterior.

Las pruebas mencionadas deben ser hidrostáticas o neumáticas y seguir como mínimo las siguientes normas:

- Cuando la prueba a la cámara es hidrostática la presión de prueba no debe ser menor que 1,5 veces la presión máxima de trabajo.
- Cuando la prueba a la cámara es neumática la presión de prueba debe ser igual a la máxima indicada en la placa del equipo.
- Cuando se efectúe una prueba neumática a un circuito, la presión de prueba no debe ser menor que un 90% de la presión de apertura del dispositivo o válvula de seguridad asociada a éste.
- La presión de prueba se debe mantener en los equipos y componentes por todo el lapso de tiempo requerido para permitir una acuciosa inspección de todas las uniones, acoplamientos, juntas y zonas de alto esfuerzo.

48.

### **Ubicación de la cámara de descompresión**

- La cámara de descompresión se debe ubicar en el lugar de las operaciones a menos de 500 mts. del sitio del buceo.
- La cámara debe estar en un lugar que proporcione acceso fácil y directo al buzo desde el punto de salida del agua.
- La cámara se debe mantener fuera de la luz solar directa.
- Si la cámara no está junto a la estación de control de buceo se debe proporcionar un medio de comunicación que permita el contacto radial con el supervisor de buceo.
- El área alrededor de la cámara debe estar limpia, sin equipos sueltos ni basura o desechos.
- Las purgas de aire de la cámara no se debe ventilar en un espacio cerrado.
- Los equipos de primeros auxilios y de extinción de incendios deben encontrarse a mano



### **Mantenimiento de la cámara de descompresión**

- Cada cámara de descompresión se debe rotular y marcar con una identidad única para facilitar su seguimiento y disposición en el programa de mantenimiento
- Las cámaras se deben someter a pruebas anualmente, antes de cada movilización y después de cualquier reparación, alteración o manutención.
- La prueba consiste en:
  1. Prueba de presión de todo el sistema de tuberías.
  2. Prueba de filtración de todos los sistemas de tubería y ajustes.
  3. Prueba de pérdida de presión interna con presión de trabajo máxima de las cámaras.
  4. Prueba de válvula de alivio de sobre presión.
  5. Prueba de funcionamiento del sistema de comunicaciones.
  6. Inspección visual de todas las puertas, sellos, bisagras y superficies herméticas, O´rings que tengan daño, presenten endurecimiento o desgaste deben cambiarse. Cuando no sea el caso, una limpieza completa y lubricación será suficiente.

### **DOCUMENTACIÓN**

El supervisor de operaciones submarinas debe mantener un registro de toda la mantención y pruebas realizadas en cada cámara en la carpeta de historial de la cámara. El registro debe documentar el tipo de mantención o reparación, los nombres y firmas del personal que realiza la mantención o reparación y la fecha del servicio.

### **ESCALAS PARA LOS BUZOS**

Las escaleras se construirán de un material resistente a la corrosión y tendrán pasamanos altos, de manera de permitir al buzo estar parado erguido en el escalón más alto usando los pasamanos.

Su extensión debe ser de un mínimo de 1 mt. bajo la superficie.

### **RELOJES DE MEDICIÓN DE TIEMPO**

Los relojes u otros recursos utilizados para monitorear el tiempo que el buzo está sometido a condiciones hiperbáricas (presión), deben cumplir con lo siguiente:

1. Ser apropiado para el propósito y fácil de leer.
2. Ser comparado contra un patrón conocido cada seis meses.
3. Ser marcados con una etiqueta, indicando la fecha de la última comparación.
4. Los resultados de cada prueba y comparación deben quedar registrados en la carpeta de historial de cada reloj.
5. No ser utilizado cuando el error excede un cuarto de un minuto durante cuatro horas.

### **EMBARCACIONES DE APOYO AL BUCEO**

Todas las naves que van a prestar apoyo a las operaciones de buceo o que son modificadas para prestar este apoyo deberán contar con su Certificado General de Seguridad otorgado por la Autoridad Marítima al día, y estar en cumplimiento de toda otra reglamentación nacional que les afecte.

Especialmente lo referente a los equipos de levante, tales como plumas o pescantes que se empleen para ayudar a los buzos a entrar y salir del agua, los cuales deben cumplir con el Reglamento para el Equipamiento de los Cargos de Cubierta de Naves Mercantes y Especiales, publicado por la Autoridad Marítima Nacional.

## 10. ANEXOS

### ANEXO 1: PROMOCIÓN DE HÁBITOS SALUDABLES

Una de las premisas fundamentales para la seguridad de Buzos profesionales es la adopción de hábitos saludables, buena salud y un estilo de vida saludable, porque de la forma en que el cuerpo humano se ajusta y responde al aumento de la presión y dadas las exigentes habilidades necesarias, se requiere de buena salud para trabajar bajo el agua. Cualquier enfermedad que pueda interferir con la actividad normal puede plantear problemas graves cuando se bucee.

En cuanto a evaluación médica, es importante señalar que se debe cumplir con lo establecido en el Protocolo Ministerial de Vigilancia para trabajadores y trabajadoras expuestos a condiciones hiperbáricas, que indica la realización de evaluación ocupacional anual, que incluye exámenes de sangre, radiografía de tórax, entre otros.

Dicho chequeo médico es clave para asegurar que la persona cuente con el estado de salud adecuado para desempeñar su labor.

Específicamente, el médico debe examinar minuciosamente el sistema respiratorio. Las personas con enfisema y asma corren un mayor riesgo de dañarse gravemente los pulmones. Además, el daño residual desconocido de enfermedades pasadas como neumonía, tuberculosis y el neumotórax espontáneo pueden hacer que el buzo sea susceptible a una embolia gaseosa o trastornos asociados. Cualquier patología del miocardio o enfermedad coronaria hace que el buceo sea peligroso ya que, con frecuencia, esta actividad provoca alteraciones del ritmo cardíaco. Hipertensión descompensada es un factor de riesgo significativo, una contraindicación absoluta para el buceo.

En términos globales las recomendaciones se basan en tener estilos de vida saludable, donde la alimentación, la actividad física, evitar el consumo de tabaco, alcohol y drogas y el buen descanso son claves.

A continuación, se establecen determinadas recomendaciones al respecto:

#### REQUERIMIENTOS NUTRICIONALES PARA BUZOS

En la alimentación es clave lograr un equilibrio entre la cantidad de calorías consumidas y las gastadas. Por lo tanto, siempre la alimentación debe estar acorde con la actividad física realizada.

La alimentación es una parte fundamental para mantener la salud y el rendimiento físico, y esto es especialmente importante para los buzos, ya que el buceo puede tener ciertos requisitos nutricionales. Algunas recomendaciones generales para una alimentación saludable para buzos:

- Hidratación: Se sugiere consumir, al menos, 2 litros de agua al día.
- Electrolitos: Consumir alimentos ricos en electrolitos para ayudar a mantener el equilibrio de sales minerales en el cuerpo. Frutas como plátanos y naranjas son buenas opciones.

- **Complejos de Carbohidratos:** Incluir fuentes de carbohidratos complejos en la dieta, como granos enteros, arroz integral y pasta. Estos proporcionan energía sostenida.
- **Proteínas Magras:** Optar por fuentes de proteínas magras como pescado, pollo, pavo, legumbres y productos lácteos bajos en grasa. Las proteínas son esenciales para la reparación y el mantenimiento de los tejidos musculares.
- **Ácidos Grasos Omega-3:** Los ácidos grasos omega-3, presentes en pescados grasos como el salmón, son beneficiosos para la salud cardiovascular y pueden tener propiedades antiinflamatorias.
- **Frutas y Verduras:** Se recomienda consumir diariamente, al menos, 5 porciones de frutas y verduras.
- **Evita Comidas Pesadas Antes de Bucear:** Evitar consumir comidas abundantes antes de bucear, ya que podrían provocar malestar estomacal bajo el agua.
- **Suplementos:** En algunos casos, los buzos pueden beneficiarse de suplementos, como aquellos que contienen vitamina D o calcio para la salud ósea.
- **No consumir Cafeína y el Alcohol:** No consumir cafeína y alcohol, ya que pueden tener efectos deshidratantes. Además, el alcohol puede tener un impacto más pronunciado debido a la presión en el entorno subacuático.
- **Planificación de Comidas:** Planificar las comidas de manera que se adapten al horario de buceo; por ejemplo, evite comidas pesadas justo antes de bucear.

Las necesidades nutricionales pueden variar entre individuos, por lo que es recomendable consultar siempre con un profesional de nutrición.

### **ACTIVIDAD FÍSICA**

La condición física es crucial para los buzos, ya que el buceo puede poner demandas específicas en el cuerpo, a continuación, algunas recomendaciones:

- **Natación:** Es una actividad excelente para mejorar la resistencia cardiovascular y la fuerza muscular. Además, puede ayudar a mejorar las habilidades acuáticas y la comodidad en el agua.
- **Entrenamiento Cardiovascular:** Actividades como correr, andar en bicicleta, remar o practicar aeróbicos pueden mejorar la resistencia cardiovascular, lo cual es beneficioso para el buceo.
- **Entrenamiento de Fuerza:** Ejercicios de entrenamiento de fuerza para fortalecer los músculos principales, incluyendo piernas, espalda, hombros y núcleo. La fuerza muscular es esencial para manejar el equipo de buceo y las corrientes submarinas.

• **Flexibilidad y Estiramientos:** Mejorar la flexibilidad mediante estiramientos regulares. La flexibilidad es importante para la comodidad en el agua y puede ayudar a prevenir lesiones.

• **Entrenamiento de Equilibrio y Propiocepción:** Actividades que mejoren el equilibrio y la propiocepción son beneficiosas para adaptarse a las condiciones cambiantes bajo el agua. Ejercicios como el yoga y el entrenamiento funcional pueden ser útiles.

Más allá de poder lograr las recomendaciones anteriores, se sugiere siempre mantenerse activo en el día a día, eso reduce el riesgo enfermedades cardiovasculares, por lo tanto, es importante promover la caminata, el evitar pasar más de 60 a 90 minutos sentado o acostado, subir escaleras u otras actividades que resultan ser simples de ejecutar en el día a día y que contribuyen a generar quiebres en la conducta sedentaria.

### **HIGIENE DEL SUEÑO**

La higiene del sueño es fundamental para la salud y el rendimiento en general, y es especialmente crucial para los buzos, ya que un estado de alerta adecuado es esencial para enfrentar situaciones potencialmente peligrosas bajo el agua.

Un descanso deficiente puede afectar la concentración, la toma de decisiones y la memoria, lo que son aspectos críticos durante las inmersiones.

A continuación, algunas recomendaciones:

• **Establecer una Rutina de Sueño Regular:** Se sugiere dormir entre 7 y 9 horas diarias, e intentar acostarse y despertarse a la misma hora todos los días, incluso los fines de semana. Esto ayuda a regular el reloj biológico y mejorar la calidad del sueño.

• **Crear un ambiente propicio para dormir:** Asegurarse de que el entorno de sueño sea oscuro, tranquilo y fresco. Utilizar cortinas opacas y tapones para los oídos si es necesario, podría ser una opción.

• **Limitar la Exposición a Pantallas Electrónicas:** Evitar el uso de dispositivos electrónicos, como teléfonos y computadoras, al menos una hora antes de acostarse es fundamental. La luz azul puede interferir con la producción de melatonina, la hormona del sueño.

• **Evitar Comidas Pesadas y Cafeína antes de Dormir:** Cenar al menos unas horas antes de acostarse y limitar el consumo de cafeína en las horas previas al sueño.

• **Mantener una Actividad Física Regular:** El ejercicio regular puede mejorar la calidad del sueño, pero se debe evitar hacer ejercicio intenso justo antes de acostarse.

• **Gestionar el Estrés:** Practicar técnicas de relajación, como la meditación o la respiración profunda, ayudan a reducir el estrés antes de acostarse.

- Evitar el alcohol antes de dormir: Aunque el alcohol puede ayudar a conciliar el sueño inicialmente, puede interrumpir los patrones de sueño más adelante en la noche.
- Limitar las Siestas: Si se decide tomar siestas durante el día, es importante considerar que estas no sean demasiado largas (idealmente no más allá de 20 a 30 minutos) y evitar dormir demasiado cerca de la hora de acostarse por la noche.

### **CONSUMO DE ALCOHOL, TABACO Y OTRAS SUSTANCIAS**

En cuanto a evitar el consumo de sustancias, entre ellas tabaco y otras drogas, tiene que ver principalmente con reducción de la capacidad respiratoria, aspecto clave en el desempeño de los buzos. Así también, el consumo de otras sustancias (como alcohol o fármacos) tiene efectos de deterioro en el organismo en general y también en el sistema neurológico, donde los sentidos de alerta, concentración son claves en este tipo de tareas.

En caso de personas que tienen consumo habitual, se sugiere pedir asesoría y ayuda profesional para contar con un tratamiento específico adecuado.

## ANEXON°2: CAPACITACIÓN TÉCNICA BUZOS

De acuerdo al marco normativo establecido por la Dirección General del Territorio Marítimo y de Marina Mercante (DIRECTEMAR), se sugiere para los distintos tipos de categoría de buzos (Buzo especialista, Buzo comercial, Buzo contratista, etc.) realizar un programa de capacitación con contenidos mínimos dictados por un Organismo Técnico de Capacitación reconocido por dicha autoridad.

A continuación, algunos ejemplos de contenidos mínimos:

### a) Examen teórico

- Física aplicada al buceo
- Fisiología aplicada al buceo
- Medidas de Seguridad que incluye
  - Identificación de riesgo del lugar de buceo, del trabajo a desarrollar y su formar de prevenirlos.
  - Identificación y revisión de las partes críticas de los equipos de buceo y elementos del trabajo.
  - Procedimientos de Emergencia.
- Tablas de descompresión
- Primeros auxilios.
- Reglamentación Marítima.
- Técnicas de trabajos submarinos

### b) Demostraciones prácticas

- Pruebas en el agua
- Pruebas con equipo autónomo y semi autónomo liviano
- Pruebas con equipo semi autónomo mediano y pesado.
- Demostraciones especiales

**Fuente:** Armada de Chile, Dirección General del Territorio Marítimo y de Marina Mercante, Circular A-42/002.

### **ANEXON°3: CAPACITACIÓN PREVENTIVA BUZOS**

Mutual de Seguridad dentro de su oferta de formación en temas de seguridad y salud laboral, en el marco de la ley N° 16.744, disponibiliza una serie de instancias de aprendizaje cuyos contenidos están alineados a las directrices emanadas por la autoridad marítima como sanitarias. A continuación una muestra de estos cursos:

#### **CURSO 1: PROTOCOLO DE VIGILANCIA PARA TRABAJADORES EXPUESTOS A CONDICIONES HIPERBÁRICAS - BUCEO SEGURO**

##### **Objetivos:**

- Conocer la normativa legal vigente de buceo, según lo establecido por la autoridad marítima.
- Difundir el Protocolo de Vigilancia para Trabajadores Expuestos a Condiciones Hiperbáricas del Ministerio de Salud.
- Identificar los aspectos fisiológicos de la salud en el buceo.
- Reconocer las medidas preventivas para un buceo seguro.

#### **CURSO2: CONTROL DE RIESGOS EN OPERACIONES DE BUCEO**

##### **Objetivos:**

Conocer y profundizar en la identificación de los riesgos asociados a las operaciones de buceo y las medidas de control, que permitan contribuir a la reducción de accidentes y enfermedades profesionales; a través de las siguientes temáticas:

- Contexto y el marco legal vigente para estas operaciones.
- Definiciones, leyes físicas y fisiología asociadas a la inmersión de personas, hiperbaria.
- Equipos de buceo: tipos, procedimientos, chequeo y mantención.
- Uso de tablas y recomendaciones de seguridad.
- Emergencias asociadas a esta actividad.
- Medidas de control asociadas a estas tareas.
- Programas médicos preventivos.



### **CURSO 3: TRABAJO SEGURO EN CÁMARAS HIPERBÁRICAS.**

#### **Objetivos :**

- Entender la evolución histórica de la medicina hiperbárica.
- Conocer los tipos, partes y equipamiento de una cámara hiperbárica.
- Conocer los sistemas de presurización, compresión y componentes externos de una cámara hiperbárica.
- Entender cómo aplica la gestión de riesgos en instalaciones hiperbáricas.
- Identificar las funciones, responsabilidades y organización funcional de una instalación hiperbárica.
- Aplicar pautas actualizadas de desinfección en cámaras hiperbáricas.
- Cumplir con el protocolo de vigilancia de la salud para trabajadores expuestos a hiperbaria.

### **CURSO 4: DIFUSIÓN CIRCULAR 3542 VIGILANCIA EXPOSICIÓN A HIPOBARIA Y EXPOSICIÓN A HIPERBARIA.**

#### **Objetivos:**

Identificar las responsabilidades de las empresas y del organismo administrador de la Ley N°16.744 en el programa de vigilancia ambiental y salud de los trabajadores expuestos a hipobaria e hiperbaria.

**Para mayor información respecto a la oferta de cursos disponibles, modalidad y contenidos, consulte nuestra página web: [www.mutual.cl](http://www.mutual.cl), sección capacitación.**

## ANEXO 4: PROGRAMA DE VIGILANCIA DE SALUD

De acuerdo con el protocolo de vigilancia, se considera trabajadora/or expuesto a condiciones hiperbáricas a todo aquel que se desempeña en algún momento de su jornada laboral a condiciones de presión ambiental superior a 1 atmósfera absoluta (ATA). Entre ellos:

- Buzos profesionales en todas sus categorías.
- Trabajadores/as de cámaras hiperbáricas.
- Instructores/as profesionales de buceo deportivo.

El objetivo del protocolo es disminuir los accidentes de trabajo y las enfermedades profesionales producto de la exposición a condiciones hiperbáricas y evaluar el estado de salud para identificar las condiciones que pongan en riesgo la seguridad y/o salud de los trabajadores.

De acuerdo con el protocolo de vigilancia de salud, se contempla la realización de evaluaciones de salud previo a la exposición, durante y cuando dejan de exponerse al riesgo, por lo tanto, las evaluaciones preocupacionales y ocupacionales son obligatorias para los trabajadores que se expondrán o exponen a condiciones hiperbáricas. Además, establece que los organismos administradores y los administradores delegados deberán realizar las evaluaciones ocupacionales.

La Vigilancia de Salud está compuesta por los siguientes exámenes:

- **Exámenes de vigilancia:** Realización de radiografías de caderas y hombros, la cuales se deben realizar en años pares a los buzos.
- **Exámenes de Egreso:** Estos exámenes se realizan ya sea por cambio de puesto de trabajo o término de la relación laboral. Los exámenes de egreso tendrán una vigencia de un año a partir de la fecha de su emisión. En caso de postular a otra entidad empleadora, si estos exámenes se encuentran vigentes, se pueden utilizar como exámenes preocupacionales.

## EVALUACIÓN DE SALUD

A continuación se muestran los exámenes que se aplican en el programa de vigilancia, con el propósito de identificar la aptitud de los trabajadores a las tareas de buceo.

Debe tener una evaluación médica, dependiendo del tipo de examen y de acuerdo al lineamiento entregados por el protocolo ministerial.

Cuadro: Baterías de exámenes por tipo de evaluación

Exámenes	Preocupacional	Ocupacional	De egreso	Accidente
Ficha médica -Autoevaluación -Evaluación médica	x	x	x	x
Índice de Ruffer	x	x	x	x
Hto, Glicemia, H1Ac, PL, Protombina y GGTP	x	x	x	x
Radiografía de Tórax	x	x	x	x
FEM	x	x	x	x
Radiografías de hombros y caderas	x	X (bienal, los años par)	x	
ECG de reposo	x	X (bienal, los años par; anual en > 40 años)		x
Test de Esfuerzo	x	X (bienal, los años par; anual en > 45 años)		x

## CONTRAINDICACIONES MÉDICAS PARA EL DESEMPEÑO DE LABORES EN CONDICIONES HIPERBÁRICAS

De acuerdo con el Protocolo de vigilancia para trabajadores y trabajadoras expuestos a condiciones hiperbáricas, las contraindicaciones médicas para desempeñarse en labores de Buceo, responden a un individuo que no tenga las aptitudes médicas, psicológicas y de estructura física que lo capaciten para ello.

Esta identificación debe ser realizada por el médico que realice el examen, quien deberá emitir un juicio general que corrobore los resultados. Si la situación se presta a dudas, deberá recurrir a los exámenes u opinión de especialistas que se precisen para llegar a una decisión que permita privilegiar la prevención de accidentes y la salud del postulante. Un examen apropiado permitirá minimizar los riesgos personales y de los de terceros que participen en la maniobra.

### CONTRAINDICACIONES

De acuerdo al protocolo de vigilancia ministerial mencionado en este documento, se debe considerar como contraindicaciones médicas absolutas para actividades laborales en condiciones hiperbáricas :

- Hipertensión grave >139/>89 mmHg.
- Enfermedad bular o microbular.
- Antecedentes de accidente vascular cerebral, con o sin secuela.
- Aneurisma cerebral.
- Enfermedad coronaria, insuficiencia cardíaca, miocardiopatías.
- Antecedentes de cirugía cardíaca y/o heridas penetrantes torácicas.
- Cardiopatías congénitas no corregidas.
- Deficiencia visión de lejos.
- Alteración de ECG.
- Alteración de espirometría de cualquier variable por separado y/o respuesta broncodilatadora.
- Glicemia igual o mayor a 126 mg/dl.
- Infección aguda vía respiratoria, oídos y cuadros digestivos.
- Alteración relevante de examen físico:
  - Signos de daño hepático.
  - Ruptura timpánica o Síndrome Febril.
  - Disfunción tubotimpánica.

- Antecedente de Barotrauma ótico.
- Otitis crónica.
- Tímpanoplastía.
- Hernia inguinal o incisional o ante la confirmación, se debe mantener la contraindicación mientras no se resuelva.
- Embarazo/Lactancia o en caso de sospecha.
- Signología o sintomatología de Vértigo activo.
- Epilepsia o antecedente de epilepsia.
- Esclerosis múltiple.
- Migraña complicada (con déficit focal neurológico en crisis) o invalidante.
- Patologías del aparato locomotor.
- Enfermedad Reumática, Mesenquimopatías, Vasculitis, Antecedentes de Síndrome de Reynaud.
- Patologías psiquiátricas mayores (Psicosis, Neurosis, Claustrofobias, Depresión mayor).

El trabajador que tenga alguna de estas contraindicaciones o se encuentre en estudio, deberá acreditar con los informes médicos correspondientes ante el Organismo administrador para obtener la aptitud para exposición al riesgo.

Es importante mencionar que de acuerdo al protocolo ministerial se considera contraindicaciones temporales:

- Enfermedades agudas de cavidades paranasales y/o de vía aérea.
- IMC entre 29 y 31.5 kg/cm<sup>2</sup>.
- Rush cutáneo que podría provocar confusión con signos de una enfermedad por descompresión inadecuada tipo 1.

## **VIGENCIA INFORME**

Informe de compatibilidad de salud: Anual. Frecuencia Programa de vigilancia epidemiológica (PVET): cada 2 años.

## **IMPORTANTE:**

Dado que la evaluación ocupacional cada 2 años contempla seguimiento de programa de vigilancia a la salud, la coordinación de dichas evaluaciones será realizada por Medicina del Trabajo de Mutual de Seguridad quien será responsable de generar los informes de vigilancia.

La empresa deberá avisar a Mutual de Seguridad cuando un(a) trabajador(a) en vigilancia deje de exponerse al riesgo (por cambio de puesto de trabajo, desvinculación o renuncia), en el plazo de 30 días corridos de ocurrido el hecho. Por lo señalado, Mutual de Seguridad deberá informar a las Empresas con trabajadores en vigilancia dicha situación.

Es importante que las empresas faciliten este proceso y cumplir con vigencia y periodicidad de los exámenes correspondientes.

## 11. BIBLIOGRAFÍA

Ley N° 16.744 – Establece Normas sobre Accidentes del Trabajo y Enfermedades Profesionales, Ministerio del Trabajo y Previsión Social.

Decreto Supremo N°40 – Aprueba Reglamento sobre Prevención de Riesgos Profesionales, Ministerio del Trabajo y Previsión Social.

Circular N° 156 – Aprueba Compendio de Normas del Seguro Social sobre Accidentes del Trabajo y Enfermedades Profesionales de la Ley 16.744, deroga y declara inaplicables circulares que indica, Superintendencia de Seguridad Social.

Decreto Supremo N° 3, Aprueba Reglamento para la aplicación del artículo 2° de la Ley N.º 20.773 sobre las Integración, constitución y funcionamiento de los Comités Paritarios de Higiene y Seguridad en Faena Portuaria, 2015, del Ministerio del Trabajo y Previsión Social.

Decreto Supremo N.º 54, Aprueba Reglamento para la Constitución y Funcionamiento de los Comités Paritarios de Higiene y Seguridad, 1969, Ministerio del Trabajo y Previsión Social.

Código del Trabajo, Ministerio del Trabajo y Previsión Social, en su artículo 188.

Decreto de Ley N° 2.222 Ley de Navegación, de fecha 31/05/1978, art. N° 91. Ministerio de Defensa Nacional.

Decreto Supremo N.º 594, de 1999, Reglamento de las condiciones sanitarias y ambientales básicas en los lugares del trabajo, del Ministerio de Salud.

Decreto Supremo N.º 1222, de 1996, Reglamento del Instituto de Salud Pública de Chile, del Ministerio de Salud.

CIRCULAR D.G.T.M. Y M.M. ORD. N° A42/002 “Establece las normativas y formularios para actividades de Buceo Profesional” [https://www.directemar.cl/directemar/site/docs/20170328/20170328111437/circular\\_a\\_42\\_002\\_actualizada\\_feb\\_2022.pdf](https://www.directemar.cl/directemar/site/docs/20170328/20170328111437/circular_a_42_002_actualizada_feb_2022.pdf)

Reglamento de buceo para buzos profesionales, aprobado por D.S. (M.) N° 752 de 1982, modificado por D.S. (M.) N° 545 de fecha 24 de octubre de 2013. (Sitio Web DGTM Reglamento y Publicaciones).

Las disposiciones de operación y seguridad establecidas para el buceo en el Manual de Buceo de la Marina de EEUU.

La Asociación Internacional de Empresas Contratistas de Buceo Comercial (A.D.C.I.).

El Código de Seguridad para Sistemas de Buceo aprobado por Resolución de la Organización Marítima Internacional (O.M.I.) A.536 (13), de fecha 17 de noviembre de 1983.

IFOP, 2017. Monitoreo económico de la industria pesquera y acuícola nacional, 2016, Valparaíso: Subsecretaría de Economía y EMT. INE, 2018.

INE Noticias. [En línea] Available at: <https://www.ine.cl/prensa/detalle-prensa/2018/10/31/tasa-de-desocupaci%C3%B3n-nacional-del-trimestre-julio-septiembre-2018-alcanz%C3%B3-7-1-y-los-ocupados-aumentaron-0-5-en-doce-meses>

INSHT, 2013. Enfermedades profesionales subacuáticas: vigilancia en la salud, Mallorca, España: Instituto nacional de Seguridad e Higiene en el trabajo.

Mc Quenn, D., Kent, G. & Murrison, A., 1994. Self-reported long-term effects of diving and decompression illness in recreational SCUBA divers. *Br J Sp Med*, 28(2), pp. 101-104.

Ministerio de Salud, 2014. Protocolo de vigilancia para trabajadores y trabajadoras expuestos a condiciones hiperbáricas, Santiago: s.n.

MINSAL, 2004. Programa de actividad física para la prevención y control de los factores de riesgo cardiovasculares, Santiago, Chile: MINSAL. MINSAL, 2017. Encuesta Nacional de Salud. [En línea] Available

OMS, 2015. Enfermedades cardiovasculares. [En línea] Available at: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs317/es/> [Último acceso: 20 enero 2018].

Cabrera Daniel, P., 1999. LA PSICOLOGÍA APLICADA AL BUCEO. *Revista Cubana de Medicina Militar*

Dirección del trabajo, 2006. Los riesgos laborales de la subcontratación, Unidad de Estudios. [En línea] Available at: [https://www.dt.gob.cl/portal/1629/articles-89805\\_archivo\\_01.pdf](https://www.dt.gob.cl/portal/1629/articles-89805_archivo_01.pdf)

