

# MANUAL BUCEO 1 ESTRELLA FEDAS

## B-1E



# MANUAL DE BUCEO

## 1 ESTRELLA FEDAS



1ª edición: marzo de 2019

Quedan rigurosamente prohibidas, sin la autorización escrita de los titulares del *copyright*, bajo las sanciones establecidas en las leyes, la reproducción total o parcial de esta obra por cualquier medio o procedimiento, comprendidos la reprografía y el tratamiento informático, y la distribución de ejemplares de ella mediante alquiler o préstamo públicos.

© 2019 FEDAS, Federación Española de Actividades Subacuáticas

[www.fedas.es](http://www.fedas.es)

ISBN: 978-84-09-13291-1

Documentación y textos: José María Gómez Olleta, Instructor Nacional 3 Estrellas FEDAS/CMAS

Revisión de textos: Noemí Gutiérrez Lobeto

Diseño y maquetación: Pepi Cáceres - Editorial Anthias

Coordinación editorial: Andreu Llamas

Gráficos: Quique Sánchez y Fernando Gatón

Fotografías: Jesús Yeray Delgado, Pedro Sandoval del Olmo, Isidro Felipe Pérez, Juan José Gómez Tercero, Ascensió Navarro Garrido, Félix Aguado, José Jaime Samaniego, Aureliano Cordovilla, Jordi Chias, Rafael Fernández, Jordi Riba (Cptos. de España de Fotosub y Caza Fotosub Apnea), Sacha Lobenstein y Alberto Gómez López”

Coordinación: E.N.B.A.D. (Escuela Nacional de Buceo Autónomo Deportivo)

Colaboración especial: CRESSI ESPAÑA



# SUMARIO

INTRODUCCIÓN	4
<b>CAPÍTULO 1</b>	<b>19</b>
NUESTRO PRIMER CONTACTO CON EL AGUA	
<b>CAPÍTULO 2</b>	<b>47</b>
LOS EFECTOS DE LOS CAMBIOS DE PRESIÓN	
<b>CAPÍTULO 3</b>	<b>66</b>
LA RESPIRACIÓN CON LA ESCAFANDRA AUTÓNOMA	
<b>CAPÍTULO 4</b>	<b>85</b>
LIMITACIONES POR RESPIRAR AIRE A MÁS DE UNA ATMÓSFERA DE PRESIÓN	
<b>CAPÍTULO 5</b>	<b>105</b>
PLANIFICACIÓN Y CONTROL DE LAS INMERSIONES	
<b>CAPÍTULO 6</b>	<b>129</b>
Y DESPUÉS...	
<b>APÉNDICE 1</b>	<b>137</b>
SOBRE LAS PRÁCTICAS	
<b>APÉNDICE 2</b>	<b>151</b>
NUESTRA FAUNA SUBMARINA	



FEDAS



FEDAS

# INTRODUCCIÓN

## BIENVENIDO AL MUNDO SUBACUÁTICO

Vamos a iniciar juntos un camino que te permitirá disfrutar de las imágenes y de las sensaciones que puedes encontrar bajo el agua, rodeado por los maravillosos seres vivos que allí habitan.

## La Federación Española de Actividades Subacuáticas (FEDAS)

Este es un curso de la Federación Española de Actividades Subacuáticas (FEDAS), que agrupa a los clubes de buceadores y centros de buceo que libremente se asocian en cada comunidad y territorio del estado español, formando las Federaciones Autonómicas.

Los cursos de buceo que se imparten en estos clubes y centros son diseñados por el Comité Técnico de la FEDAS, y sus instructores también son formados por el Comité Técnico en colaboración con las diversas Escuelas Autonómicas.

## La Confederación Mundial de Actividades Subacuáticas (CMAS)

La Confederación Mundial de Actividades Subacuáticas (CMAS) fue creada en 1959 y agrupa a más de 90 federaciones de otros tantos países. España forma parte de la CMAS desde 1959, año de su fundación.

Una de las funciones de esta confederación es unificar criterios sobre las atribuciones y la formación de los buceadores para que los títulos emitidos por cada una de las federaciones sean reconocidos en el ámbito internacional.



## ¿En qué va a consistir el curso?

El ambiente bajo el agua es muy diferente del que nos encontramos al pasear por la calle o el campo, cuando descansamos en casa o hacemos deporte al aire libre, así que durante el curso vamos a aprender a adaptarnos al medio subacuático de una forma cómoda y segura.

### Las sesiones teóricas

En las sesiones teóricas del curso descubriremos cómo nos influyen esas diferencias: la pérdida del calor, la visión, el peso, la presión, la respiración, etc. También entenderemos cómo se ven afectadas por la profundidad a la que nos sumergimos, la importancia del tiempo que llevamos bajo el agua y otros muchos factores.

Para adaptarnos a esas nuevas condiciones, necesitaremos un equipo compuesto por una serie de elementos: la máscara, el tubo, las aletas, el traje, el cinturón de lastre, la botella, el regulador, el chaleco hidrostático, el manómetro, el profundímetro, las tablas de descompresión, etc. En las sesiones teóricas conoceremos los modelos más comunes, sus características, cómo funcionan y cómo cuidarlos.

### Las sesiones prácticas en piscina

La utilización de este equipo no es complicada, pero requiere que practiquemos primero con él en aguas muy tranquilas, como puede ser en una piscina o en una cala protegida, para asegurarnos de que llegamos a dominar su uso. Allí se realizarán las primeras sesiones prácticas.

### Las sesiones prácticas en el mar

Después de completar las prácticas en la piscina (o en aguas confinadas), tienen lugar las sesiones prácticas en el mar. Allí comprobaremos cómo se aplican las técnicas aprendidas al buceo en el medio natural, cómo nos sirven para desplazarnos por el agua y flotar, mantener la respiración, comunicarnos con otros buceadores bajo el agua, etc., de una forma eficaz, cómoda y segura.

## Y durante todo el curso...

Hay una adaptación más que tenemos que conseguir, la de nuestra actitud. Algunas de las situaciones que surgen cuando nos sumergimos no podemos resolverlas de la forma en que estamos acostumbrados a hacerlo en la superficie. Para elegir la solución más apropiada, el buceador tiene que saber reaccionar siendo consciente siempre del medio en el que se encuentra.

A lo largo del curso descubriremos que durante una inmersión nuestra seguridad depende del aire de nuestra botella, de las condiciones del mar, de encontrar el lugar apropiado para subir a la superficie, de la profundidad, del tiempo que llevamos sumergidos, de nuestro compañero... Aprenderemos a mantener con el resto de los buceadores que nos acompañen una actitud de atención y control constante de estos factores, para disfrutar con seguridad bajo el agua.

## La acreditación de B1E

Cuando obtengas la acreditación de B1E estarás formado como buceador, pero aún no dispondrás de la suficiente experiencia, así que será necesario que limites tus inmersiones a una profundidad máxima de 25 metros, siempre acompañado de un buceador que sí tenga esa experiencia y que esté preparado para ayudarte.



Después de 20 inmersiones ya podrás, con la experiencia adquirida, asimilar los contenidos del curso de B2E. Y si lo terminas con éxito, tendrás la capacidad de ser autónomo (siempre buceando con un compañero), pudiendo descender hasta un máximo de 40 metros de profundidad y con preparación para entrar en descompresión, aunque esa situación, como veremos en el capítulo 5, no es recomendable en el buceo deportivo.

Si deseas continuar tu formación de forma específica en el buceo nocturno, en cuevas, bajo el hielo, etc., podrás seguir el curso de la especialidad correspondiente. Posteriormente, cuando tengas 50 inmersiones podrás acceder al curso.

## Lo que necesitas para comenzar

### Certificado médico

Un certificado médico debe confirmar que estás en condiciones psicofísicas adecuadas para la práctica del buceo con escafandra autónoma.

### La licencia federativa

Tu club o centro de buceo se encargará de tramitar la licencia federativa. Con ella te acreditarás como un deportista federado con derecho a la asistencia, indemnizaciones y abono de gastos en caso de accidente deportivo. Este es tu seguro de accidentes, que también cubre tu responsabilidad civil en la práctica del buceo, tal como se establece en la póliza que al respecto tiene contratada la Federación.

La licencia federativa tiene cobertura internacional y validez anual, de modo que hay que renovarla cada año.



## El equipo ligero

El equipo ligero está compuesto básicamente por la máscara, el tubo y las aletas. El cinturón de lastre es su complemento. Si debido a la temperatura del agua tu instructor te indica que se va a usar el traje de neopreno, te recomendamos leer el apartado correspondiente del capítulo 1.

## Descripción del equipo ligero

### La máscara

#### Función y características

La máscara de buceo no sólo debe permitir la visión bajo el agua, sino que debe alojar en su interior la nariz y permitir pinzárnosla por encima del material (goma o silicona) que la recubre. Los cristales de la máscara son planos y templados para que no se astillen.

La máscara de buceo debe ser estanca, lo que se consigue por su adaptación a la cara. Sin embargo, no todos los modelos se adaptan a todas las caras, de modo que hay que



Comprobación del ajuste de la máscara

comprobar que se ajusta correctamente a la nuestra. Para hacer esa comprobación, nos colocamos la máscara sobre la cara sin utilizar las tiras de sujeción e inspiramos. Si se mantiene pegada al rostro todo el tiempo que aguantamos la respiración es que queda estanca.

Las tiras de sujeción no son las responsables de que la máscara sea estanca. Por lo tanto, no se trata de apretarlas fuertemente. Las tiras deben sujetar la máscara sobre la cara con comodidad.

### Tipos de máscara

Las máscaras de buceo actuales son de silicona y de diferentes colores. Algunos modelos permiten sustituir sus cristales por otros graduados; si lo necesitas, pregunta si el modelo que quieres comprar permite esa opción.

Lo más importante de la máscara es que se ajuste bien a nuestra cara y que nos permita el mayor campo de visión posible (la visibilidad mejora cuanto menor es el volumen interno y el cristal está más próximo a los ojos). La calidad de la montura y de las tiras debe garantizar una larga duración.

### Conservación y mantenimiento

Después de bucear en el mar, debemos enjuagar la máscara en agua dulce y guardarla seca, para que el salitre no deteriore sus materiales. Además, hay que transportarla y guardarla bien protegida de los golpes.





Cada vez que vayamos a usar la máscara, antes de que se mojen debemos frotar su interior con una sustancia antivaho (la saliva cumple esta función) para evitar que se empañen los cristales. Cuando la máscara es nueva, algunos modelos tienen tendencia a empañarse y nos costará más trabajo impedirlo; lo más conveniente es utilizar un producto anti-vaho de primer uso, de la propia marca y después enjuagar bien la máscara. Consulta a tu instructor la mejor opción.

## **El tubo respirador**

### **Función y características**

Es un elemento de seguridad que en superficie nos permite mantener la cabeza sumergida viendo el fondo mientras respiramos sin usar el aire de la botella. Por tanto, no es un accesorio superfluo y debemos llevarlo siempre.

Tienen forma de “L”, recta o ligeramente curvada, con una sección de unos 20 mm y una longitud de 35 cm. Los tubos más anchos y exageradamente curvados son utilizados para el buceo en apnea.

El sistema de fijación a la tira de la máscara debe permitir, si lo deseamos, quitarnos el tubo fácilmente para guardarlo cuando estemos en el fondo.

## Tipos

El material del tubo debe ser flexible, de goma o termoplástico, para evitar que se rompa. La boquilla puede ser de termoplástico, goma o silicona. Cada una de ellas produce una sensación diferente al morderla, pero lo relevante es que su tamaño sea el apropiado para nosotros y no nos produzca rozaduras o que entre agua.

Los tubos más sofisticados poseen válvulas para facilitar la expulsión del agua o sistemas para que no entren las salpicaduras por su extremo. Estos sistemas no son imprescindibles, pero resultan más cómodos para algunos buceadores.



De igual manera, los tubos pueden tener el codo con forma articulada para que la boquilla adopte el ángulo apropiado al ponerla en la boca y no esté forzada. Este sistema también los hace más cómodos, pero debemos asegurarnos de que el interior del codo es liso para facilitar la expulsión del agua.

## Conservación y mantenimiento

Después de usarlo, conviene enjuagar el tubo con agua dulce y guardarlo completamente seco con el resto del equipo. El tubo no requiere atenciones especiales debido a su flexibilidad, aunque el riesgo más frecuente es que se puede perder.

## Los escafpines

### Función y características

Los escafpines tienen la forma de unos calcetines o botas de neopreno y cumplen la misión de aislar los pies del frío y permitir que las aletas se ajusten mejor.



## Tipos

Los hay con suela y sin ella. Los escarpines con suela duran más al proteger la parte inferior; si se va a bucear con frecuencia entrando a pie desde la costa, será preferible que los escarpines dispongan de una buena suela. Algunos escarpines tienen en su extremo un sistema de doble neopreno que aumenta la estanqueidad al acoplarse al traje.

## Conservación y mantenimiento

Es muy importante enjuagar los escarpines con agua dulce, pues además de la sal suelen llenarse de barro y arena. No deben ponerse a secar nunca con pinzas de la ropa que les dejarían marcas.



## Las aletas

### Función y características

Las aletas sirven para desplazarse en el agua. Al moverlas, impulsamos el agua hacia atrás (como los motores náuticos) y debido a la reacción de esa fuerza nos propulsamos hacia adelante, descendemos, ascendemos o nos mantenemos a flote. Los buceadores realizamos todos estos movimientos sin utilizar las manos porque es mucho más efectivo con las aletas (además, podemos tener las manos ocupadas). Es muy importante que el tamaño de la pala de las aletas y su dureza se corresponda con nuestra musculatura y preparación física.



Teniendo en cuenta que llevamos las aletas sobre los escaarpines, para saber nuestra talla deberemos probarlas con ellos puestos. Unas aletas que aprietan demasiado impedirán la correcta circulación de la sangre y nos provocarán calambres.

Las palas están diseñadas con nervios, sistemas Jet o Venturi que canalizan las turbulencias que se forman en el agua para así reducir y hacer más efectivo el esfuerzo al palear.

## Tipos

Las antiguas aletas de goma han quedado en desuso y hoy casi todas son de termoplástico.

La forma del talón, abierto o cerrado, divide a las aletas en dos grupos. **Las aletas de talón abierto** se utilizan con escaarpines con suela y son las más utilizadas por los buceadores con escaafandra; ofrecen menos variedad de tallas, porque tienen unas tiras en la parte del talón que las ajustan al pie. **Las aletas de talón cerrado** no tienen ajustes, así que hay que asegurarse de que el pie con el escaarpín sin suela se ajusta correctamente.



Las aletas con las palas excesivamente largas, como las que se emplean en pesca submarina, son más rápidas pero más incómodas cuando estamos en el fondo y suelen requerir un mayor esfuerzo para aletear, así que no son las adecuadas para el buceo con escafandra.

### Conservación y mantenimiento

Después de usarlas, debemos enjuagar las aletas con agua dulce y guardarlas una vez secas. Como su tamaño es grande, hay que tener cuidado al guardarlas (en la bolsa o en otro lugar) para evitar que se deformen.

### El cinturón de lastre

#### Función y características

Muchas cosas cambian cuando dejamos de ser un “nadador” y nos colocamos las aletas, la máscara y el tubo. Ya no tenemos que hacer esfuerzo para flotar, ni tenemos que



preocuparnos por mantener la boca fuera del agua.

Con la máscara y el tubo nos encontramos cómodos en la superficie y ahora el problema consiste en descender y mantenernos en el fondo (algo que nos costará más si llevamos puesto el traje o una parte de él).

Para conseguirlo, utilizaremos un cinturón en el que se pueden colocar unas pastillas de plomo de uno o dos kilos, bien en el propio cinturón o en unas cartucheras.

Con el lastre adecuado, el cinturón, debe permitirnos flotar sin esfuerzo en la superficie y mantenernos en el fondo cuando lo deseemos.

El peso total de plomo que necesitas es algo que tienes que ir valorando a lo largo del curso.

Atención: lo más importante del cinturón de lastre es que nos lo podamos quitar rápidamente. Su hebilla tiene que ser muy sencilla y accesible para que, si es necesario, nos deshagamos rápidamente de él.



## Tipos

Casi todos los cinturones son de nylon o de goma, aunque estos últimos están en desuso. Algunos llevan cartucheras de tela resistente para introducir en ellas las pastillas o bolsas de plomo.

Las hebillas pueden ser de dos tipos: con un extremo libre que permite pasar por él las pastillas de plomo (pero, ¡atención!, de la misma forma se pueden salir) y las de doble enganche, más seguras pero más incómodas a la hora de meter o sacar las pastillas.

## Conservación y mantenimiento

Después de usarlo en el mar, debemos enjuagar el cinturón con agua dulce y guardarlo seco. Hay que tener cuidado con la hebilla para que funcione siempre correctamente.

## El sistema de trabajo

Este manual es sólo un medio más de los que vas a disponer para tu aprendizaje. Las explicaciones que vas a recibir por parte de tu instructor y los cuestionarios que tendrás que contestar, son el complemento imprescindible para alcanzar los objetivos del curso.

Por eso te proponemos el siguiente sistema de trabajo para las clases teóricas:

- Lee atentamente el capítulo del libro correspondiente a una clase antes de que se imparta.
- Contesta las preguntas que aparecen en el libro para comprobar que vas entendiendo el texto. Al final de cada capítulo tienes las soluciones.
- Lee los cuestionarios de evaluación del curso y pregunta a tu instructor sobre aquellas cuestiones que no sepas responder o dudes en su respuesta.
- Durante la exposición de tu instructor en clase, pregunta todas las dudas y solicita las aclaraciones que necesites sobre lo que has leído en el libro.

- Al final de la explicación, pregunta al instructor si todavía hay alguna de las cuestiones del libro que dudas o no sabes su respuesta

Para comprobar si lo has comprendido todo, al final de la clase tendrás que contestar un cuestionario. Lo corregirás junto con tu instructor y no debe quedarte ninguna duda.



## Y por último...

### Los instructores

Los instructores que van a acompañarte durante el curso son compañeras y compañeros tuyos que te ayudarán a dar los pasos de tu aprendizaje. Han acumulado muchas horas debajo del agua y se han formado para saber cómo guiarte. Ten absoluta confianza en tus instructores e intenta aprovecharte al máximo de su experiencia y de las ganas que tienen de que tú aprendas.

# Las aletas

Aletas regulables (de talón abierto)



Aletas calzantes (de talón cerrado)





# CAPÍTULO 1

## NUESTRO PRIMER CONTACTO CON EL AGUA

El objeto de este capítulo es conocer los cambios que se producen en nuestro entorno cuando nos sumergimos. Este conocimiento del medio acuático es imprescindible si queremos adaptarnos a él . Así entenderemos mejor los cambios que debemos introducir en nuestra “vestimenta” y en nuestros hábitos terrestres para que la adaptación sea progresiva y segura.

## LA TEMPERATURA DEL AGUA



### VAMOS A CONOCER

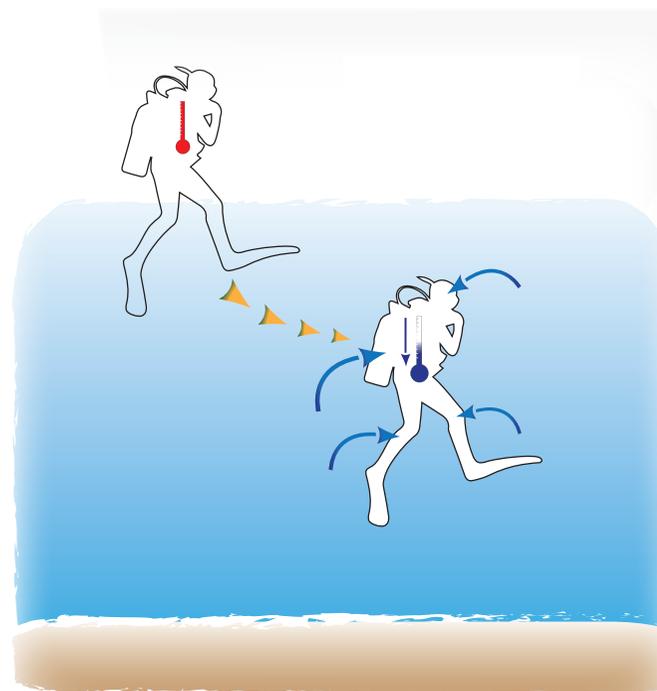
1. *A qué temperatura se encuentra el agua.*
2. *Cómo podemos evitar una hidrocución.*
3. *Por qué pierde tan rápidamente calor el cuerpo humano en contacto con el agua.*
4. *Cómo podemos evitar una hipotermia.*

Aunque depende del lugar y de la época del año, casi siempre es menor la temperatura del agua que la temperatura ambiente. Las aguas tropicales presentan una temperatura media de unos 30 °C, mientras que en el Mediterráneo oscila entre los 13 y 25 °C, y en el Cantábrico entre los 10 y 20 °C.

Sin embargo, nuestro cuerpo debe mantenerse siempre a una temperatura de 37 °C aproximadamente; para conseguirlo, nuestro cuerpo tiene un sistema de generación de calor y otro de control de la temperatura muy eficaces.

Cuando nos sumergimos en el agua, nuestro sistema termorregulador tiene que hacer frente en pocos segundos a un cambio de la temperatura exterior. **Hay que evitar que este cambio sea brusco**, pues podría provocarnos un shock, una hidrocución; un desvanecimiento que en el agua es peligroso.

Por eso debemos entrar en el agua con “buen cuerpo”, apeteciéndonos el chapuzón, lo cual es una buena prueba de



La diferencia entre la temperatura corporal y la del agua es la causa de una hidrocución.

que estamos preparados para ello. **Primero nos mojaremos la nuca y las muñecas para que el cuerpo se vaya acostumbrando. Si esto nos produce escalofríos, es una señal de que no estamos en condiciones de bucear.**

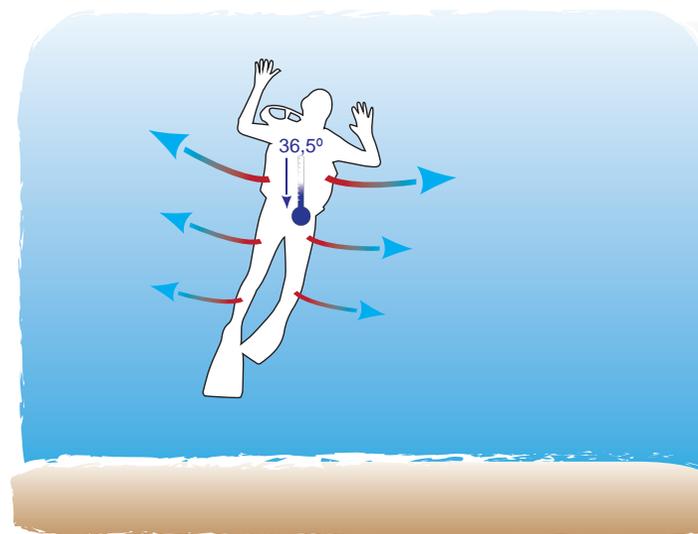
Un traje de buceo con su capucha puede protegernos de los cambios bruscos de temperatura, pero tenemos que evitar sofocarnos antes de entrar al agua permaneciendo equipados durante mucho tiempo al sol o haciendo ejercicio con él puesto. Si no lo evitamos, nuestro organismo estará tratando de reducir la temperatura y al entrar en el agua fría le exigiremos bruscamente que haga justo todo lo contrario: aumentarla.

Una vez que nos zambullimos nuestro organismo sigue produciendo calor para mantener la temperatura, pero el agua en contacto con la piel se lleva el calor a gran velocidad. El agua es 25 veces más conductora del calor que el aire; por eso, incluso las aguas que al principio nos parecen cálidas al cabo de unos minutos se convierten en frías.

Puede ocurrir que el organismo no soporte la constante pérdida de calor y, en consecuencia, disminuya su temperatura. Si empezamos a temblar en el agua, deberemos salir de ella,

secarnos y abrigarnos, si no queremos que se produzca una **hipotermia** (bajada de la temperatura corporal), secarnos bien y abrigarnos.

Para evitar estos inconvenientes deberemos **llevar el traje de buceo adecuado.**



La pérdida constante de calor puede llegar a producir una hipotermia.

## CUESTIONARIO

1 - Si no tenemos muchas ganas de sumergirnos y al mojarnos las muñecas y la nuca sentimos escalofríos, ¿qué debemos hacer?

- A.- No iniciar la inmersión en esas condiciones
- B.- Asegurarnos de que el traje tiene el grosor adecuado
- C.- Nada, es normal y ya se nos pasará

2 - En un día de calor, permanecer con todo el traje puesto, antes de la inmersión, durante bastante tiempo nos puede producir...

- A.- Un desvanecimiento al entrar al agua
- B.- Una hipotermia

3 - Si durante una inmersión empezamos a temblar, debido al frío, deberemos avisar a nuestro compañero y juntos iniciar el ascenso.

- A.- Cierto
- B.- Falso

4 - ¿Por qué en el agua perdemos rápidamente calor?

- A.- Porque es muy buena conductora del mismo
- B.- Porque siempre su temperatura es menor de 37 °C

\* RESPUESTAS AL FINAL DEL LIBRO

## EL TRAJE DE BUCEO

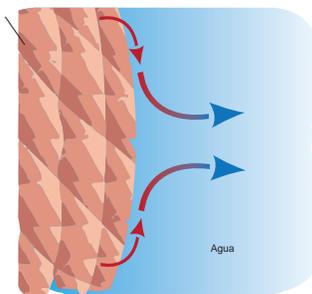
### VAMOS A CONOCER

1. *Cuáles son las dos funciones que puede cumplir el traje.*
2. *Cómo nos aísla.*
3. *Qué tipos de traje podemos usar.*
4. *Qué accesorios se pueden usar con el traje.*
5. *Cómo conservarlo.*

Ya hemos dicho que una de las funciones del traje es **aislarnos y dificultar la pérdida de calor** de nuestro cuerpo debido a su rápida transmisión por el agua, pero también sirve para **protegernos del contacto con animales urticantes y de las rozaduras con las rocas.**

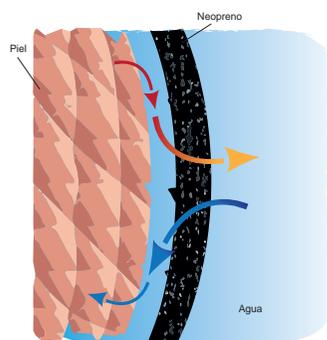
El material fundamental con el que está hecho el traje, el neopreno, forma una barrera que dificulta que el calor que desprende nuestro cuerpo y que pasa a la capa de agua o de aire con la que está en contacto (según el tipo de traje) sea transmitido al exterior.

Los **trajes** más frecuentes son los denominados **húmedos**. Permiten la entrada del agua pero, si nos queda bien ajustado, el agua que ha entrado y que calentamos con



Sin traje

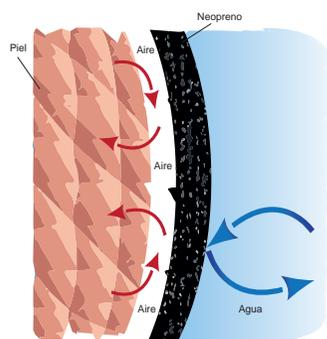
nuestro cuerpo se renovará muy lentamente, haciendo que también sea lenta la pérdida de calor.



Traje húmedo

La mayoría de modelos de **trajes húmedos** presentan un monopieza con mangas largas (con o sin capucha incorporada) que puede combinarse con una chaqueta o *shorty* con mangas cortas que se coloca por encima.

El neopreno puede ser de diferentes grosores, desde 3 mm hasta 9 mm, aumentando con él su capacidad aislante. Aunque la sensación de frío es muy personal, se puede recomendar un traje de 5 mm para aguas que llegan hasta los 25 °C y, a medida que el agua se enfría hasta los 15 °C, optar por trajes de 6 o 7 mm.



Traje seco

## OTROS TIPOS DE TRAJE

Los **trajes denominados secos** no permiten la entrada de agua entre el traje y la piel. Se consigue cuando son estancos e insuflamos aire en su interior. Este sistema complica la forma de su uso y obliga a un entrenamiento especial para llevarlos, pero a cambio ofrece una mayor protección térmica y un aislamiento del exterior puede ser necesario en el caso de aguas contaminadas.

*Si tu compañero de inmersión lleva un traje seco, pídele que te explique cómo funciona por si es necesario que le ayudes en algún momento.*

Existe un tipo de **traje** intermedio, el **semiseco**, que es más estanco que un traje húmedo pero carece de sistemas para insuflar aire en su interior (de modo que entra un poco de agua). Suelen ser cómodos y calientes, de una sola pieza y con un grosor del neopreno superior a los 6 mm.

Si **la capucha** no está incorporada al traje, **es imprescindible para aguas frías colocarse una** (igual que los escaarpines de neopreno en los pies).

Los guantes también pueden jugar un buen papel para quitarnos el frío de las manos y protegernos de rozaduras o de picaduras de animales urticantes.

Sin embargo, tener las manos protegidas no debe impulsarnos a tocarlo todo y alterar la vida microscópica que tapiza las rocas, las algas y las arenas del fondo, y aun menos a dañar alguna estructura viva como corales o gorgonias.



Independientemente del tipo de traje que se utilice, su conservación es la misma en todos los casos: enjuagarlo muy bien para que pierda la sal y guardarlo seco. No se deben utilizar pinzas de la ropa que marcan el neopreno, ni mantenerlo doblado durante mucho tiempo.



## CUESTIONARIO

5 - *La misión del traje de buceo es...*

- A.- Protegernos de las pérdidas de calor
- B.- Protegernos de raspones y heridas producidas por las rocas
- C.- Protegernos de picaduras de animales urticantes
- D.- Todo lo anterior

6 - *Los trajes denominados húmedos...*

- A.- Dejan pasar el agua
- B.- Se inflan con aire procedente de la escafandra
- C.- Tienen una cremallera impermeable

7 - *En aguas frías son complementos indispensables del traje...*

- A.- La capucha, los escarpines y los guantes
- B.- Los guantes y los escarpines
- C.- Las rodilleras

\* RESPUESTAS AL FINAL DEL LIBRO

## ¿FLOTAR O HUNDIRNOS?

### VAMOS A CONOCER

1. *Por qué los cuerpos flotan o se hunden.*
2. *A qué llamamos flotabilidad positiva, negativa y neutra.*
3. *Cómo podemos utilizar los pulmones para controlar la flotabilidad.*

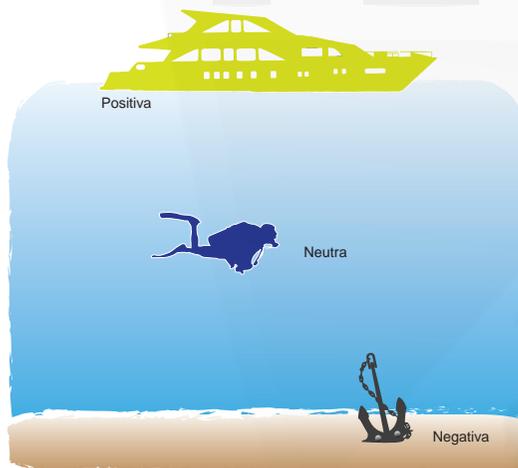
Al entrar en el agua, otra de las sensaciones que se perciben es la pérdida de peso. En ocasiones, puede que esa pérdida de peso no sea excesiva y podamos descender hacia el fondo hundiéndonos lentamente.

Podemos experimentarlo en la primera práctica que vamos a hacer con el equipo ligero (la máscara, las aletas y el tubo).

Si con el equipo ligero puesto nos tumbamos boca abajo sobre la superficie del agua, con los brazos y las piernas abiertas, mirando el fondo y respirando por el tubo, comprobaremos que podemos permanecer largo tiempo flotando. Sólo en algunos casos es necesario mover ligeramente las aletas para mantenerse flotando. ¿Quién nos sujeta? El agua.

El agua ejerce una fuerza hacia arriba, que llamamos “empuje”, de sentido opuesto a la que ejerce la Tierra sobre nosotros y que conocemos con el nombre de peso. La correlación entre esas dos fuerzas afecta a cualquier cuerpo sumergido: si predomina el peso, se hunde; si predomina el empuje, asciende; y si son iguales, el cuerpo ni se hunde ni asciende, se queda inmóvil como puede hacerlo un submarino.

Estas tres situaciones las denominamos respectivamente **flotabilidad negativa, positiva y neutra**.

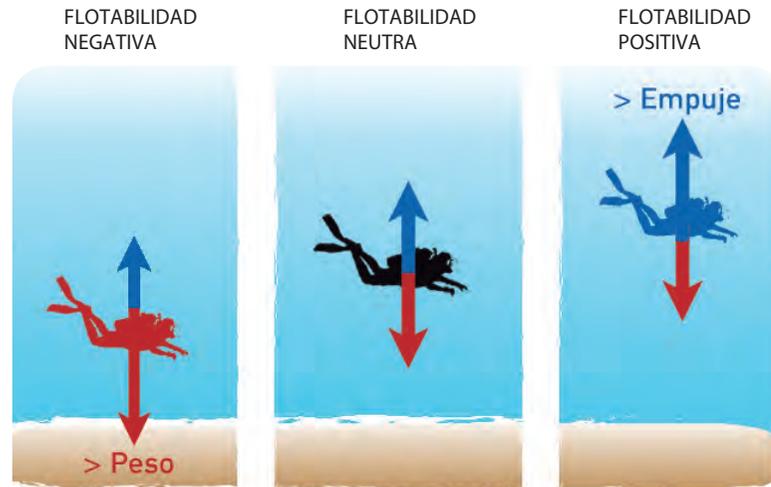


El peso aparente de los cuerpos al sumergirlos es igual a su peso real (fuera del agua) menos la fuerza ascendente que produce el agua y que hemos llamado empuje. ¿Cuánto vale el empuje?

Según el principio de **Arquímedes**, la fuerza ascensional o empuje

que experimenta un objeto sumergido en un fluido depende del volumen que ocupa y del peso del líquido que desaloja.

Podemos hacer la prueba y descender hacia el fondo con los pulmones muy llenos de aire o casi vacíos. Seguramente notaremos la diferencia de empuje que sufrimos, ya que el volumen que ocupamos es mayor con los pulmones llenos. Más adelante veremos que, cuando estamos respirando aire del regulador, llenar o vaciar los pulmones de aire varía el



$$\text{Peso aparente} = \text{Peso real} - \text{Empuje}$$

Principio de Arquímedes: el peso aparente es igual al peso real menos el empuje.

volumen torácico y puede ser un sistema para controlar la flotabilidad.

Si intentamos sumergirnos con el traje de neopreno, comprobaremos que flotamos mucho más, puesto que ocupamos mucho más volumen y el peso sigue siendo aproximadamente el mismo. Ha crecido tanto el empuje que no podemos sumergirnos o nos cuesta mucho trabajo. Sorprendentemente, antes de bucear parecía que nuestro problema sería conseguir flotar, pero ahora vemos que nuestro problema puede ser lo contrario.

Si queremos descender y permanecer en el fondo con los pulmones ligeramente llenos o con un traje de buceo venciendo el empuje del agua, ¿qué podemos hacer? La solución es ponernos encima más peso para que se contrarresten las fuerzas, y esa es precisamente la función del cinturón de lastre.

# CÓMO LASTRARNOS

## VAMOS A CONOCER

1. *Cuántos kilos de lastre necesitamos.*
2. *Cómo colocarnos ese lastre.*

Cada buceador debe valorar las pastillas de plomo que necesita. Esto dependerá de la anatomía del buceador, de si usa traje o no, del grosor del traje, de la densidad del agua (según sea dulce o salada), del peso del equipo de buceo, etc. Para descubrir el lastre ideal, no existe mejor procedimiento que la práctica. Es lo que llamamos realizar un **control del lastre** y **siempre debemos ponerlo en práctica antes de iniciar una inmersión** en la que hemos introducido cambios en nuestro equipo.

El control de lastre consiste en quitar o añadir pastillas de plomo al cinturón para mantenernos quietos en posición vertical en la superficie del agua. En esa posición, el agua tiene que quedar a la altura de la máscara mientras respiramos por el tubo.

Las pastillas suelen ser de uno o dos kilos. Una vez que estemos seguros del peso total que necesitamos, conviene colocar las pastillas de manera simétrica en torno al cinturón.

Es preciso dedicar el tiempo necesario a este control: ir sin el lastre necesario puede impedirnos descender y permanecer en el fondo el tiempo que queramos; ir demasiado lastrados dificulta los movimientos y aumenta el cansancio.

Para colocarnos el cinturón, podemos inclinar el tronco hacia adelante hasta la posición horizontal, de modo que al ponernos el cinturón a la altura de los riñones la hebilla colgará;



así, sin ninguna tensión, podremos abrocharla fácilmente. En cambio, si colocamos el tronco en posición vertical el peso de las pastillas tenderá a deslizar el cinturón y las hebillas hacia abajo y costará mucho más abrochárselo bien.

## **NO DEBEMOS OLVIDAR**

1. Si por cansancio o por cualquier otra razón no podemos mantener la flotación en superficie, nos desprenderemos del cinturón de lastre. Antes hay que asegurarse de que su hebilla nos lo permite y de que no tenemos ningún atalaje en el que se pueda enganchar, como podría suceder con los del chaleco hidrostático.
2. Cuando nos quitamos el equipo en el agua y vamos a pasarlo a una embarcación, el cinturón de lastre es lo primero que se entrega. Así nos quedamos con mayor flotabilidad para realizar el resto de las maniobras.

## **CUESTIONARIO**

**8 - Si un cuerpo tiene flotabilidad neutra...**

- A.- Predomina su peso
- B.- Predomina el empuje
- C.- Están equilibrados empuje y peso

**9 - El empuje que sufre un cuerpo en el agua es proporcional al volumen que ocupa.**

- A.- Verdadero
- B.- Falso

**10 - Al quitarnos el equipo en superficie para entregarlo a una embarcación, ¿qué es lo primero que nos tenemos que quitar y entregar?**

- A.- La escafandra
- B.- Las aletas
- C.- El cinturón de lastre

**11 - ¿Cuándo debemos comprobar que llevamos el lastre necesario?**

- A.- Al llegar al fondo
- B.- Cuando cambiemos algún elemento del equipo como la botella o el traje
- C.- Antes de saltar al agua

\* RESPUESTAS AL FINAL DEL LIBRO

# EL CHALECO HIDROSTÁTICO

## VAMOS A CONOCER

1. *Cuál es la función del chaleco.*
2. *El tipo de chaleco que vamos a usar.*

Cuando empezamos a descender respirando con el regulador de la botella, observamos que mantener la flotabilidad neutra no es tan fácil. Como veremos en el próximo capítulo, las variaciones de presión afectan al volumen del traje y al del chaleco, lo que provoca que el empuje que sufrimos sea variable. Para mantener la flotabilidad neutra, nos vemos obligados a cambiar el volumen que ocupamos inflando o desinflando el chaleco hidrostático, ya que el peso se mantiene constante (sin contar la pérdida debida al aire consumido).

***El cinturón, con el mínimo lastre necesario y bien colocado, debe garantizar que el buceador pueda mantener la flotabilidad negativa y descender. Luego, ayudado por el volumen que ocupa el chaleco, podrá adquirir a cualquier profundidad la deseada flotabilidad neutra.*** El buceador puede permanecer así por tiempo indefinido, sin tener que realizar ningún esfuerzo ni con los brazos ni con

las piernas, reduciendo de esta manera su cansancio y el consumo de aire. Con esa flotabilidad neutra, al desplazarse con el cuerpo horizontal y no oblicuo, se ofrece menos resistencia al agua, el aleteo es más eficaz y no levanta arena del fondo ni lastima a los seres vivos que allí viven.

Además, en la superficie el ***chaleco hidrostático incrementa notablemente la seguridad al poder ser utilizado como chaleco salvavidas.*** Si debido a una emergencia necesitamos flotar más, bastará con inflarlo más.

## **Tipos de chalecos hidrostáticos:**

Un chaleco hidrostático **se compone fundamentalmente de:**

- *Un saco donde se almacena el aire.*
- *Una tráquea por donde puede salir y entrar el aire, ya sea insuflado por el buceador o proveniente de la escafandra mediante un sistema de inflado automático.*
- *Unas válvulas de desinflado.*
- *Un sistema de fijación.*

Las diferencias vienen marcadas por la posición del saco y la forma de sujeción.

El más utilizado es el modelo que llamamos *jacket*. Lleva una pieza de plástico en la parte posterior (*backpack*) que se une a la botella por una o más bridas. De esta forma el acoplamiento del buceador con la botella es mucho más confortable.

**La posición del aire en los costados del buceador, rodeando el centro de gravedad y próximo al cinturón de lastre, facilita el mantenimiento de la posición horizontal** y, al inflarlo en superficie, saca el cuerpo del buceador fuera del agua.



Chaleco de «alas»

## CHALECO DE “ALAS”

Está formado por una placa de acero o de aluminio que tiene un arnés para fijarla al cuerpo del buceador y a la botella, haciendo que se comporte como una mochila.

Las placas pueden ser de diferente peso, pero su forma y los agujeros para los tornillos están estandarizadas.

Entre la placa y la botella se coloca “el ala”, que es la parte que se infla o desinfla con una tráquea y unas válvulas idénticas a las de un jacket. Suele tener forma de disco (vulgarmente, de “donut”) y su utilización proporciona las siguientes ventajas:

1. Ofrece menos resistencia hidrodinámica al no llevar la parte de los bolsillos del jacket (presenta menos superficie de rozamiento con el agua).
2. Permite reducir el lastre del cinturón al llevar un elemento pesado como es la placa.
3. Facilita la posición horizontal al lastrar al buceador en la espalda, en una zona muy próxima a su centro de gravedad.
4. Es modular: placa, ala y arnés se pueden adquirir por separado.
5. Se adapta a cualquier talla, sólo es necesario ajustar la cinta del arnés como en las mochilas.

**Si tuvieras que utilizar un chaleco de alas por primera vez deberías:**

- a) Conocer el peso de la placa para quitárselo al que llevas en el cinturón de lastre.
- b) Antes de utilizarlo, ajustar las cintas del arnés para que te quede bien ajustado.
- c) Fijar la botella al conjunto ala/placa/arnés ayudado por alguien que conozca bien este sistema, para que no haya ninguna duda sobre la firmeza de su fijación.

## LA VISIÓN BAJO EL AGUA

### VAMOS A CONOCER

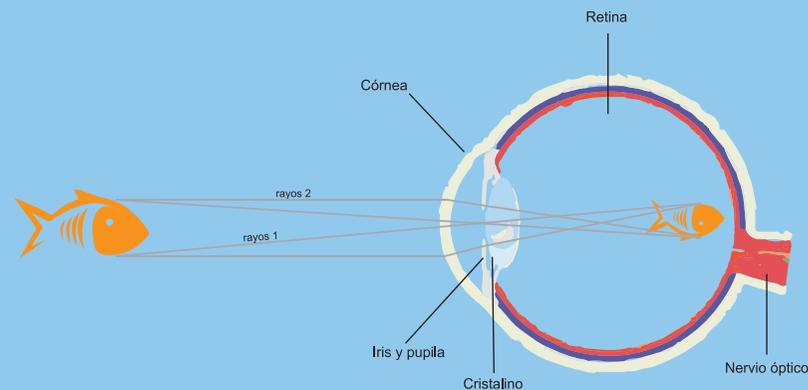
1. Por qué tenemos que utilizar siempre la máscara.
2. Los factores de los que depende la entrada de la luz en el agua.
3. Cómo disminuye la intensidad de la luz en el agua.
4. Cómo perdemos los colores con la profundidad.

Cuando abrimos los ojos debajo del agua, todo aparece borroso y cuesta acostumbrarse a esa sensación. Además, en el caso del agua de mar, debido a la sal incluso cuesta mantenerlos abiertos. Sin embargo, con la máscara puesta desaparecen las incomodidades y las imágenes aparecen nítidas, aunque **los objetos aparentan tener un tamaño mayor ( $4/3$  del original) y encontrarse a una distancia menor ( $3/4$  de la distancia real)**. Es fácil notarlo cuando, por ejemplo, nos miramos las manos.

Cuando nos colocamos la máscara y avanzamos bajo el agua, comprobamos que **al descender disminuye la intensidad de la luz, se pierden algunos colores y nuestro radio de visión es menor**.

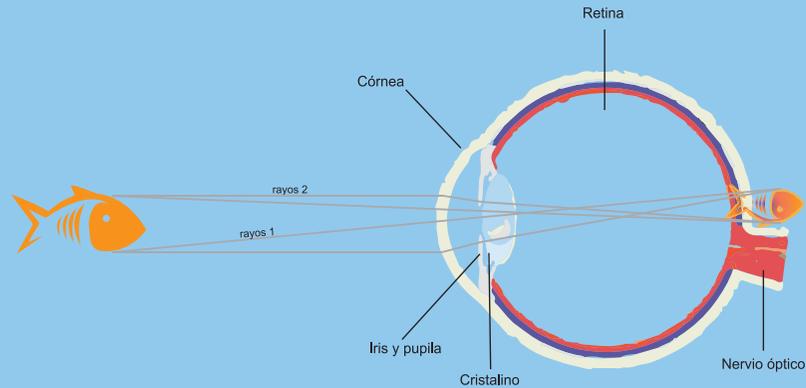
## FUNCIONAMIENTO DEL OJO

### VISIÓN EN EL AIRE



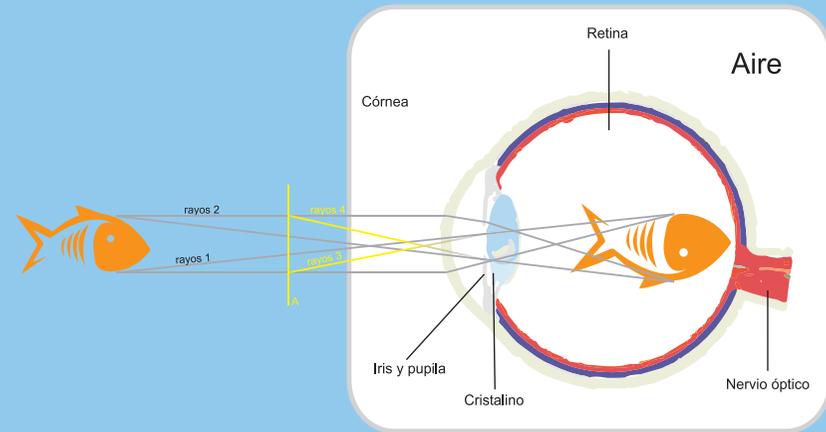
En la visión en aire, el rayo 1 que llega desde un punto del objeto lo hace perpendicularmente a la córnea y no se desvía al cambiar de medio. Por el contrario, el rayo 2 se desvía al atravesar la córnea porque no incide perpendicularmente y cambia de medio (este cambio de dirección se denomina refracción). También el cristalino desvía los rayos actuando como una lente que podemos controlar a voluntad cuando enfocamos para mirar, consiguiendo formar así la imagen sobre la retina.

## VISIÓN EN EL AGUA



Cuando miramos sin máscara debajo del agua, los rayos apenas se desvían al atravesar la córnea porque hay líquido a ambos lados y la refracción es muy débil. La desviación que produce el cristalino es insuficiente y la imagen se forma detrás de la retina. Vemos el objeto desenfocado, borroso.

## VISIÓN EN EL AGUA CON LA MÁSCARA



La máscara restaura una cámara de aire entre el ojo y el objeto. Los rayos 1 y 2 procedentes del objeto se refractan desviándose. El ojo está ahora operando en aire, pero es “engañado” por la refracción en el cristal de la máscara que le presenta los rayos 3 y 4 como si viniesen de un punto situado en la línea A. La máscara nos presenta los objetos más cercanos de lo que están realmente. Además, cuando un objeto se nos presenta más próximo, la experiencia nos dice que lo vemos con un tamaño aparente mayor. Podemos comprobarlo en la imagen que se forma en la retina.

Vamos a ir explicando cada uno de estos fenómenos.

La luz que penetra en el agua depende obviamente de la que llega a su superficie. En consecuencia, en un día nublado su intensidad bajo el agua será menor que en un día soleado.

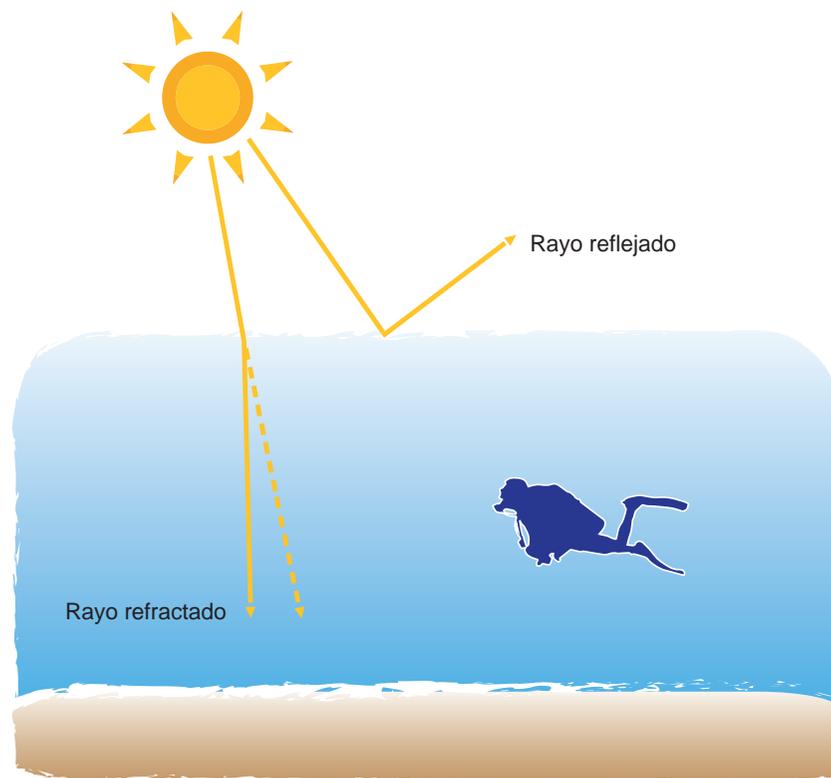
Hay dos factores que influyen en la cantidad de luz que rebota (**reflexión**) o que atraviesa la superficie (y experimenta una **refracción**). Por un lado, la inclinación de los rayos del sol según su posición en el horizonte. Al mediodía, en las horas que los rayos están más perpendiculares, pasa más luz; por el contrario, al amanecer y al atardecer los rayos son más oblicuos y se reflejan mucho más.

Por otra parte, también influye el estado del mar. Cuanto mayor es el oleaje en la superficie menor es la cantidad de luz que pasa. Es el mismo efecto que el paso de la luz a través de un cristal liso o rugoso.

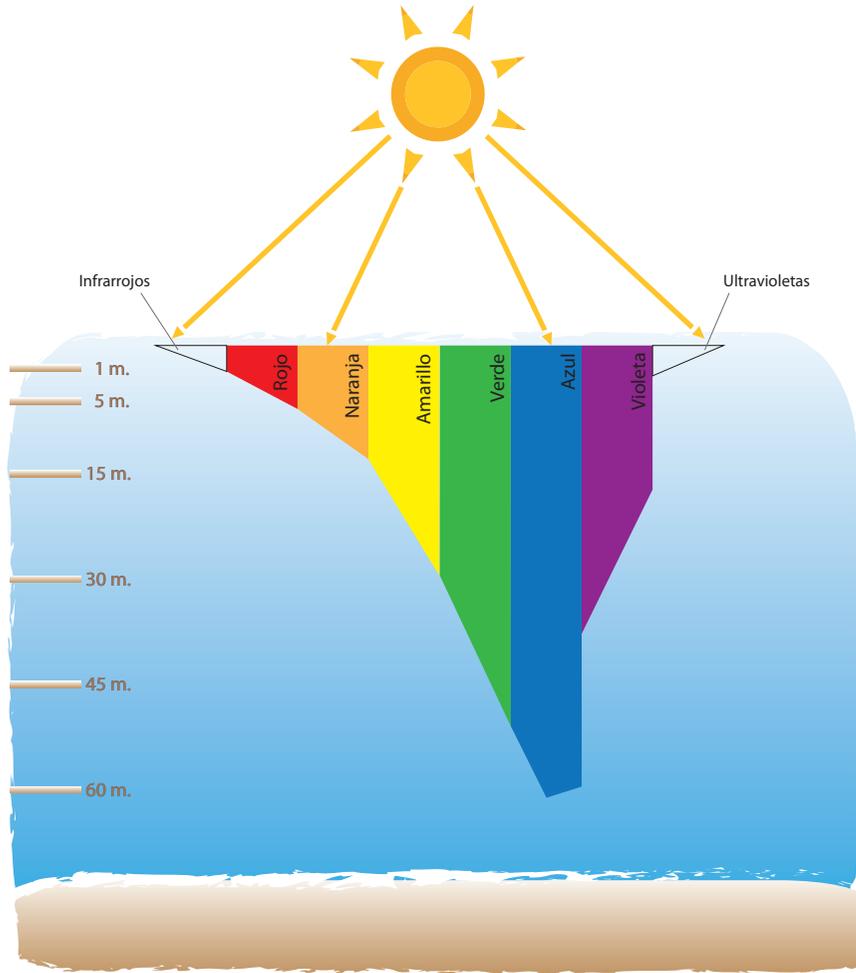
Conviene tener en cuenta los aspectos comentados anteriormente al elegir la hora adecuada para realizar una inmersión o bien para tener una idea de la cantidad de luz que nos vamos a encontrar.

Además, la luz calienta el agua que atraviesa a costa de perder energía y como consecuencia disminuye su intensidad. A este

### Reflexión y refracción



## Absorción del color



fenómeno se le llama **absorción**. Cuanto más profundo bajamos, más intensidad es absorbida y disponemos de menos luz. Esta disminución de la intensidad es rápida: a un metro de profundidad ya se ha perdido un 60 %, a los 10 m el 86 % y a los 40 m el 98,5 %. La absorción de la luz depende de la densidad del agua, de su temperatura, de las partículas que flotan en ella, etc. Por eso cada mar tiene sus propias características lumínicas que, además, pueden cambiar cada día.

En los 20 primeros metros se encuentra la zona más iluminada y en la que, por tanto, viven infinidad de organismos subacuáticos que serán objeto de nuestra atención.

Además de los cambios en la intensidad de la luz, también se aprecian unos cambios importantes en los colores del entorno submarino.

La luz blanca está compuesta por radiaciones de diferentes longitudes de onda. Cada una de ellas produce en el ojo una sensación de diferente tonalidad, que se corresponde con uno de los colores del arco iris, desde el rojo hasta el violeta. El agua no absorbe por igual todas las radiaciones. Las tonalidades cromáticas menos atenuadas son la azul y la verde, que llegan a mayor profundidad. Las más absorbidas son las

radiaciones correspondientes al color rojo, que penetran poco y no llegan a iluminar los objetos sumergidos a pocos metros; en consecuencia, una estrella de mar que se ve roja en superficie, a más de 5 metros puede verse muy morada o casi negra porque la luz que le llega a esa profundidad no lleva el rojo.

Al perderse los tonos rojos y naranjas, y atenuarse los amarillos y violetas, predominan los verdes y azulados, que serán los colores del telón de fondo cuando estemos sumergidos.

## ¿CÓMO PODEMOS ADAPTARNOS A LOS CAMBIOS EN LA LUZ?

### VAMOS A CONOCER

- 1. La utilidad de la linterna, los focos y el flash en el agua.*
- 2. Cómo es la visibilidad en el fondo.*
- 3. Cómo repercute en la forma de orientarnos.*

Además de tener que usar siempre la máscara debajo del agua, debemos acostumbrarnos a la pérdida de intensidad luminosa.

La luz de una linterna puede ayudarnos a recuperar los colores de lo que observamos bajo el agua a nuestro alrede-

dor; esto es posible porque la luz de la linterna no recorre mucha distancia entre ella y el objeto que iluminamos, así que no se producirá la absorción selectiva.

Para explorar lugares donde la intensidad de la luz sea mínima, como en oquedades y pequeñas grutas, también será aconsejable una linterna. Los focos luminosos de mayor potencia y que proporcionan mayor zona de iluminación son muy prácticos pero más incómodos para llevar durante la inmersión (a menudo bastará con una pequeña linterna en el bolsillo del chaleco).



Para hacer fotos cuando no estamos en aguas muy someras o de mucha visibilidad, será necesario utilizar un flash si deseamos que aparezcan los colores. Al revisar luego las fotos, resulta curioso observar detalles que habían pasado desapercibidos debido a la aparente monocromía con la que se ve buena parte del fondo.

En superficie, cuando miramos a nuestro alrededor podemos distinguir objetos (barcos, bañistas, el paisaje de la costa...) hasta una distancia de cientos de metros. Sin embargo, cuando nos sumergimos la visibilidad disminuye drásticamente: a pocos metros de nosotros vemos los objetos difuminados por acción de las partículas que se encuentran en suspensión en el agua. Detrás, todos los objetos van desapareciendo y sólo queda ese telón de fondo de color azul verdoso.

En conclusión, la luminosidad difusa que oculta los objetos es debida a las partículas en suspensión y el color se debe a la absorción selectiva de los colores por el agua.

Dependiendo de la cantidad de partículas en suspensión la visibilidad será mayor o menor, y **ese radio de visibilidad va a condicionar la distancia que debemos mantener con el compañero para no perderlo de vista y también**

**nuestra orientación** debajo del agua. Como no podemos tomar referencias (de objetos lejanos) del mismo modo que en superficie, hay que estar pendientes de la estructura del fondo, de su pendiente, de la profundidad y de algunos factores más que, unidos a la experiencia y otros conocimientos, permiten al buceador que hace de guía de la inmersión regresar al ancla o a la playa.



Para bucear de noche la fuente de luz es imprescindible (también será necesario un curso de formación).

## LA VISIBILIDAD

La pérdida de visibilidad en agua turbia es debida a la difusión luminosa o dispersión de los rayos de luz al atravesar un medio con partículas en suspensión.

### DISPERSIÓN DE LOS RAYOS

Las partículas en suspensión provocan reflexiones, el haz de rayos se abre y entonces el ojo recibe los rayos separados como si llegaran desde un objeto con el contorno más difuso; por tanto, la imagen es menos nítida. Además, algunos rayos procedentes de la superficie son desviados y entran en el ojo, deslumbrando y restando contraste a la imagen, que será menos nítida.



### CUESTIONARIO

**12** - *La cantidad de luz que llega hasta una determinada profundidad depende de la que penetra desde el exterior y de la absorción de la luz por el agua.*

- A.- Verdadero
- B.- Falso

**13** - *El rojo es uno de los colores que más destaca a cualquier profundidad.*

- A.- Verdadero
- B.- Falso

**14** - *En el fondo, con la máscara, los objetos se ven más grandes y lejanos.*

- A.- Verdadero
- B.- Falso

**15** - *Como la visión en el fondo se reduce a unos cuantos metros...*

- A.- Debemos estar muy próximos al compañero para no separarnos de él
- B.- Debemos estar pendientes del recorrido que hacemos para encontrar el camino de vuelta
- C.- Todo lo anterior

\* RESPUESTAS AL FINAL DEL LIBRO

**16 - Una linterna o un foco nos permiten ver los objetos con todo su colorido.**

- A.- Verdadero
- B.- Falso

**17 - En el fondo todo se ve con un tono verde azulado por...**

- A.- La dispersión de la luz
- B.- La absorción
- C.- La reflexión
- D.- La absorción selectiva

\* RESPUESTAS AL FINAL DEL LIBRO

## LA AUDICIÓN SUBACUÁTICA

### VAMOS A CONOCER

1. *Cómo se propagan los sonidos debajo del agua.*
2. *Qué es lo que podemos y no podemos oír.*
3. *Cómo nos comunicamos con el compañero de inmersión.*
4. *Cómo debemos ascender a superficie para evitar golpearlos o que nos golpee alguna embarcación.*

A veces se habla “del mundo del silencio” refiriéndose al mundo subacuático y hemos podido comprobar que cuando alguien está nadando en una piscina, por ejemplo, si le llamamos desde fuera del agua no nos oye. Sin embargo, no es cierto que no se puedan oír sonidos debajo del agua. Podemos escuchar el ruido del motor de una embarcación, el golpeteo de nuestro cuchillo sobre la botella, las piedras que ruedan por el fondo con las olas o el “avisador” que llevan algunos buceadores y que consiste en un “sonajero” metálico.

Lo que sucede es que los sonidos que se producen en el aire son compresiones / expansiones de ese gas que no se transmiten al agua, porque es un líquido más difícil de comprimir; por eso, el ruido del exterior no traspasa la superficie del agua.

Por otra parte, los ruidos que se producen en el agua (y que son compresiones /expansiones de un líquido) sí se transmiten y lo hacen a una velocidad mucho mayor (1.500 m/s). Este aumento de velocidad, aproximadamente cuatro veces y media, es debido a la mayor densidad del agua con respecto a la del aire.

En consecuencia, como **no podemos comunicarnos debajo del agua mediante palabras, es necesario establecer unas señas que sustituyan esa comunicación.**

Otro fenómeno que sucede bajo el agua es que, al transmitirse más rápidos los sonidos, tenemos la sensación de que estamos más cerca de la fuente que los produce. Además, al llegar casi simultáneamente el sonido a un oído y al otro, nos cuesta distinguir el punto de origen y esto nos puede desconcertar.

Para evitar confusiones hay que dejarse guiar por la vista, a pesar de las limitaciones que tiene la visión submarina. Cuando nos estamos acercando a la superficie, **conviene colocar un brazo en alto para evitar posibles golpes y para que se nos vea bien en el momento de emerger.** Una embarcación que no se propulsa con un motor no se oye debajo del agua y sacar nuestro brazo



Al ascender con el brazo en alto debemos girar y vigilar la presencia de algún obstáculo en nuestro camino.

puede alertar al patrón para que desvíe el rumbo. Mientras subimos, deberemos ir girando con la vista hacia arriba para observar en todas direcciones si hay obstáculos a nuestro alrededor. Así evitaremos sorpresas desagradables.

## LA COMUNICACIÓN ENTRE BUCEADORES

### VAMOS A CONOCER

1. *Cómo llamar la atención de otro buceador debajo del agua.*
2. *Qué sistemas de comunicación existen.*
3. *Cuáles son las señas de comunicación imprescindibles en superficie y debajo del agua.*
4. *Por qué debemos bucear siempre con un compañero.*
5. *Cuál es nuestra responsabilidad respecto a la seguridad de nuestro compañero.*
6. *Qué hacer en el caso de que se pierda el contacto con el compañero.*

Dado que la comunicación verbal sumergidos en el agua es casi imposible, si queremos llamar la atención de nuestro compañero podremos tocarlo o producir un ruido, bien con la palma de una mano y el puño cerrado de la otra, golpeando la botella con el cuchillo o utilizando algún tipo de “avisador”.

Para comunicarnos bajo el agua podemos utilizar sistemas electrónicos de comunicación (que no son muy comunes), escribir en una pizarra o utilizar señas.

La pizarra es un elemento útil para ser precisos en la comunicación, pero resulta incómodo y lento de utilizar, así que no podremos establecer toda la comunicación a través de ella. Conviene llevar la pizarra bien atada con un cabo, igual que el lápiz, si no queremos perderlos.

***Las señas son rápidas de hacer, son las mismas para todos los buceadores y se refieren a situaciones y hechos que requieren una comunicación clara.***

### **NO DEBEMOS OLVIDAR**

1. Debemos responder a toda seña contestando con otra, o con la seña de OK para comunicar que hemos comprendido el mensaje.
2. No debemos utilizar otras señas para comunicar lo mismo que con las establecidas para evitar confusiones.
3. La comunicación gestual es difícil con la capucha y la máscara puesta, así que debemos ceñirnos a usar sólo señas con las manos.

**Hay tres tipos de señales:**

- *Las imprescindibles.*
- *Las facultativas, que pueden ser útiles para dar o pedir una información que no es tan vital.*
- *Las que se utilizan para que todo el grupo controle la inmersión y que veremos en el último capítulo.*

En superficie, debido a que el ruido del viento y de las olas dificultan la audición, existen tres señas también imprescindibles para comunicarse entre buceadores o con alguien que nos observa desde una embarcación.

Nos encontramos en un medio en el que, por muy bien preparados y pertrechados que estemos, puede surgir cualquier imprevisto. Y ahí es donde ***la presencia de un compañero se hace indispensable.***

El compañero no es sólo un elemento más de seguridad, es también alguien con quien compartir las experiencias y las sensaciones que nos va a proporcionar el buceo. Y no debemos olvidar que nosotros ***somos también “compañeros” y, por tanto, somos tan responsables de su seguridad como él de la nuestra.***

## **NO DEBEMOS OLVIDAR**

1. Cuando se bucea en grupo siempre se establecen los buceadores que van a formar equipo debajo del agua, es decir, aquellos que van a descender a la vez realizando el mismo recorrido y permaneciendo juntos hasta la salida del agua, dirigidos en todo momento por el buceador que hace las funciones de guía, que normalmente es el más experto.
2. Como mínimo cada equipo estará compuesto por dos buceadores. Cuando el equipo lo formen tres buceadores, entonces tendremos dos compañeros a los que ayudar y prestar atención; y si el número es mayor, conviene que dentro del equipo se fijen las parejas de compañeros que se van a prestar más atención y que van a permanecer más próximos.
3. Durante la inmersión hay que tener al compañero siempre a la vista y no separarse más de uno o dos metros, dependiendo de la visibilidad que haya. No olvidemos que si necesitamos su ayuda será preciso llamar su atención, que él se dé cuenta y que llegue hasta nosotros para prestárnosla.
4. En el caso de separarse y no ver al compañero, no hay que esperar más de un minuto para subir a la superficie. Si los dos buceadores lo hacen, allí se encontrarán.
5. Una de las reglas más importantes de seguridad en el buceo es “no bucear nunca sólo”.



### **CUESTIONARIO**

**18 -** *Los sonidos que se producen fuera del agua se transmiten de forma clara y con gran intensidad dentro del agua.*

- A.- Verdadero
- B.- Falso

**19 -** *Al subir a superficie debemos ir mirando hacia arriba, girando y con un brazo levantado.*

- A.- Verdadero
- B.- Falso

**20 -** *La distancia que nos separe de nuestro compañero debe ser aquella que nos permita, ante una emergencia, avisarle rápidamente y acudir a él.*

- A.- Verdadero
- B.- Falso

\* RESPUESTAS AL FINAL DEL LIBRO

# Los trajes

Traje húmedo



Traje semiseco



Traje seco



# Partes del chaleco



FEDAS

# LA COMUNICACIÓN ENTRE BUCEADORES. Señales



OK, bien, entendido



Problemas, algo no va bien!



Subir



Bajar

# LA COMUNICACIÓN ENTRE BUCEADORES. Señales

## CHEQUEO DEL AIRE



¿Cuánto aire te queda?



100 atm



70 atm



Reserva



Sin aire, dame aire

# LA COMUNICACIÓN ENTRE BUCEADORES. Señales

CHEQUEO DEL TIEMPO QUE QUEDA DE INMERSIÓN



¿Cuánto tiempo queda de inmersión?



7 min



Fin de inmersión



Parada de seguridad



## CAPÍTULO 2

# LOS EFECTOS DE LOS CAMBIOS DE PRESIÓN

Uno de los cambios más importantes que se producen al sumergirnos es el cambio de presión. Aunque no es un cambio reconocible a simple vista, sus efectos enseguida se dejan notar sobre el buceador. En este capítulo vamos a estudiar los cambios de presión y cómo nos podemos adaptar a ellos, tanto al descender como al ascender. También estudiaremos los procedimientos que adoptamos para no sentir molestias y evitar una grave lesión.

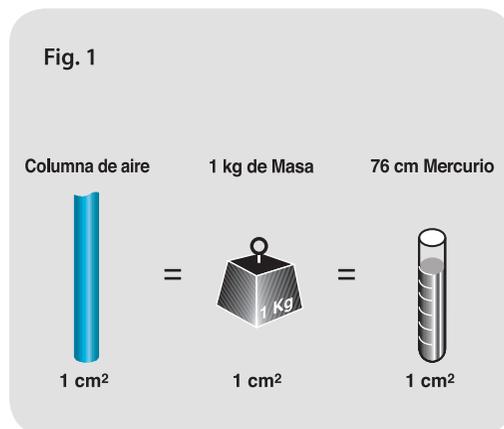
# LA PRESIÓN EN EL AGUA

## VAMOS A CONOCER

1. *Qué es la presión hidrostática y la presión absoluta.*
2. *Cómo nos permite respirar la escafandra autónoma a cualquier profundidad.*

A veces se confunde la magnitud de presión con la de fuerza. El concepto de presión se utiliza para indicar precisamente la fuerza que se está ejerciendo sobre una superficie determinada, es decir, es **la fuerza que actúa por unidad de superficie**.

Esa fuerza puede ser el peso de un cuerpo. Así, cuando decimos que la presión atmosférica al nivel del mar es de aproximadamente  $1 \text{ kg/cm}^2$ , significa que si cogiéramos  $1 \text{ cm}^2$  de superficie y pesáramos todo el aire que se encuentra encima de él hasta el final



Presión atmosférica a nivel del mar

de la atmósfera, pesaría 1 kg, justo lo mismo que pesa una columna de 760 mm de mercurio sobre  $1 \text{ cm}^2$ .

Esta presión se ha establecido como una unidad y se denomina **atmósfera** (atm). Otra unidad que se utiliza para medir la presión es el **bar**. Muchos manómetros que se utilizan en buceo para medir presiones lo hacen en bares. Teniendo en cuenta que 1 bar equivale a 0,9869 atm, el resultado de la medida se expresa tanto en bares como en atmósferas.

Las botellas se cargan habitualmente a 200 atm.

Al sumergirnos, además de soportar la presión (el peso por  $\text{cm}^2$ ) de la atmósfera, tenemos que soportar la presión del agua que llamamos **presión hidrostática**.

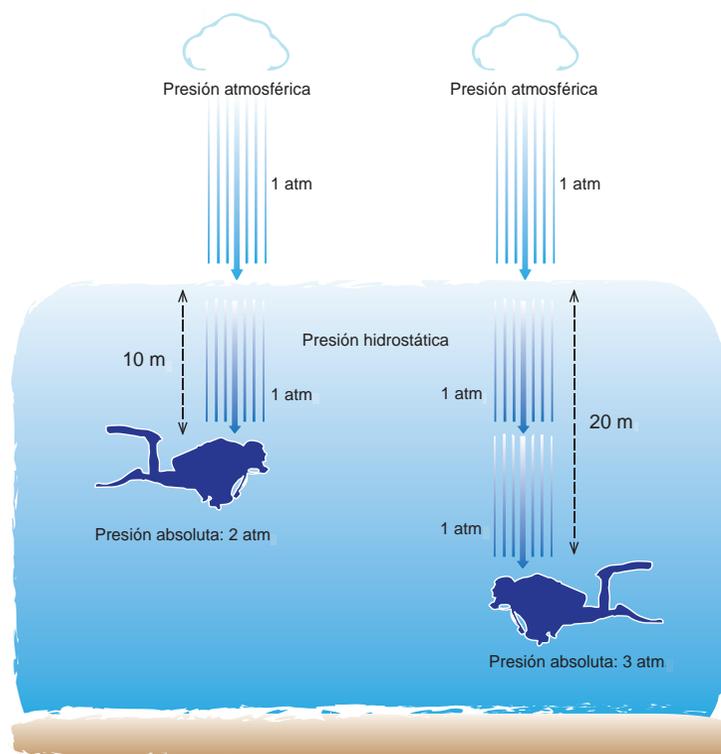
Una columna de agua de 10 m de altura y  $1 \text{ cm}^2$  de base pesa aproximadamente 1 kg.

La presión absoluta o total que tenemos bajo el agua es la suma de la atmosférica más la hidrostática.

Si queremos saber a una determinada profundidad **cuál es la presión hidrostática en atmósferas, tendremos que**

**dividir por 10 la profundidad en metros. Y para saber la presión total en el mar, deberemos sumarle 1 atm a la presión hidrostática.**

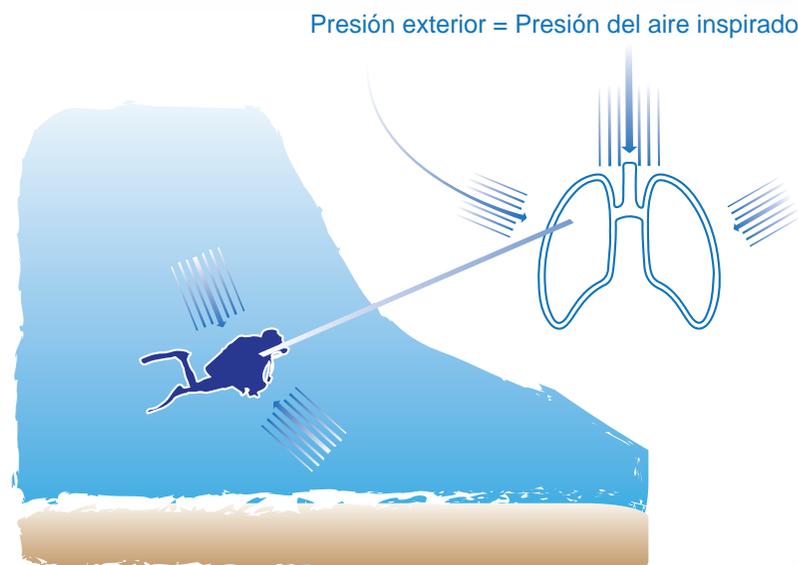
Por ejemplo, a 20 m tendremos una presión hidrostática de  $20/10 = 2$  atm, una presión atmosférica de 1 atm y una presión absoluta de  $2 + 1 = 3$  atm.



Este cambio de presión es importante. En nuestro ambiente terrestre, para que la presión se reduzca a la mitad (0,5 atm) debemos ascender hasta cerca de 5.000 m. Sin embargo, en el entorno submarino basta con bajar hasta los 5 m para que la presión se incremente 0,5 atm, a los 10 m se ha duplicado y a los 20 m se ha triplicado.

Esta variación de presión con la profundidad complica la respiración debajo del agua. No sólo es necesario disponer de aire (lo podemos llevar en un recipiente o suministrarlo

Respiración pulmonar



desde arriba con un tubo, además es necesario **recibirlo en todo momento a la presión ambiente** a la que nos encontramos bajo el agua si queremos que nuestros pulmones, sometidos a la presión externa del agua que nos rodea, puedan tomarlo.

Recordemos que la musculatura pulmonar está acostumbrada a trabajar en una situación en la que existe la misma presión en su interior que en el exterior.

Para bucear, los escafandristas **almacenamos aire a alta presión en la botella y disponemos de él mediante un regulador que nos lo da exactamente a la presión ambiente a la que nos encontramos.**

## CUESTIONARIO

1 - *La presión atmosférica al nivel del mar siempre la consideramos de 1 atm*

- A.- Verdadero
- B.- Falso

2 - *La presión hidrostática a 15 m de profundidad es de 2,5 atm*

- A.- Verdadero
- B.- Falso

3 - *La presión absoluta a 18 m de profundidad es de 2,8 atm*

- A.- Verdadero
- B.- Falso

\* RESPUESTAS AL FINAL DEL LIBRO

# LOS CAMBIOS DE PRESIÓN Y VOLUMEN

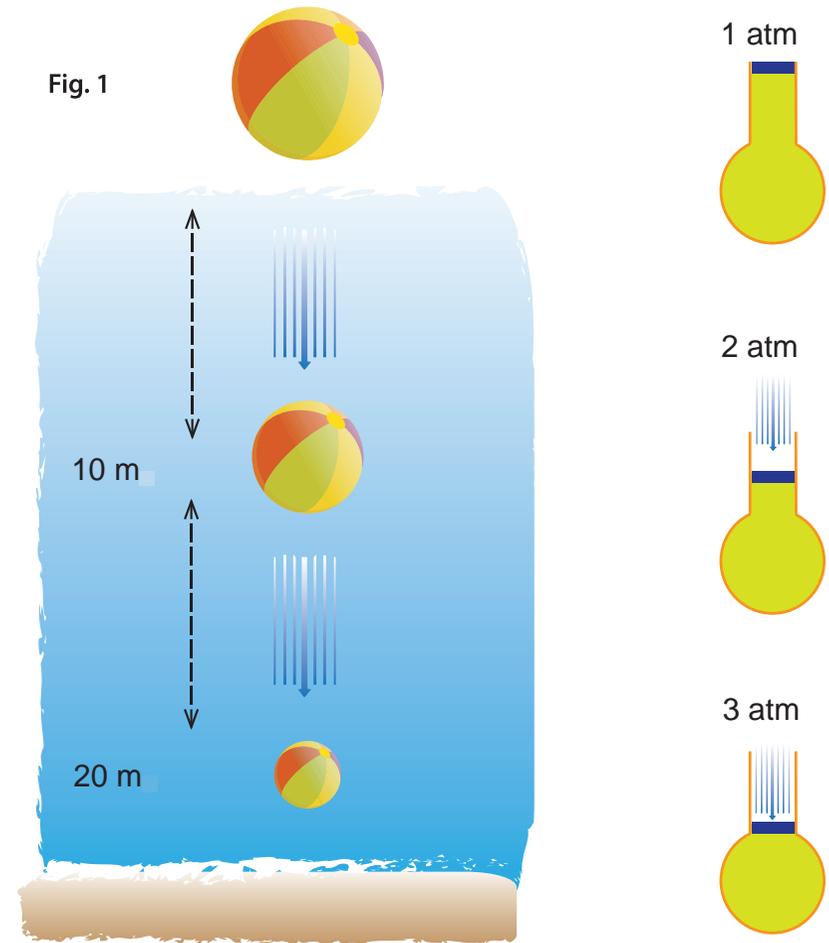
## VAMOS A CONOCER

1. *Cuándo se produce una variación de volumen debido a un cambio de presión.*
2. *En qué medida se producen esos cambios de volumen.*
3. *Dónde son más notorios en el agua esos cambios.*
4. *Qué es el efecto implosivo y explosivo.*

Los gases son fácilmente comprimibles y tienden a expandirse. Sin embargo, los sólidos y los líquidos no lo son. Por eso no es de extrañar que los cambios de presión sólo afecten a los primeros.

Para que varíe el volumen es necesario, además, que el recipiente que contiene el gas tenga las paredes elásticas.

Ese no es el caso de la botella de la escafandra que, a pesar de contener gas en su interior, como sus paredes son rígidas, al descender a mayor profundidad mantiene el mismo volumen; en cambio, si sumergimos un globo lleno de aire va reduciendo su volumen a medida que aumenta la profundidad bajo el agua.



El globo de la figura 1 sufre el mismo cambio al sumergirse y aumentar la presión exterior que el recipiente en el que incrementamos su presión con el émbolo: su volumen disminuye.

Es decir, **a más presión menos volumen**. La relación que guardan el volumen y la presión se puede expresar de forma aproximada para todos los gases, siempre que no varíe la temperatura, como

### **$P \times V = \text{constante}$ (Ley de Boyle y Mariotte)**

Esta expresión nos permite calcular el volumen que ocupará a diferentes profundidades (presiones) el aire que, en superficie (a 1 atm), ocupa 1 m<sup>3</sup> dentro de una campana como la de la figura 2.

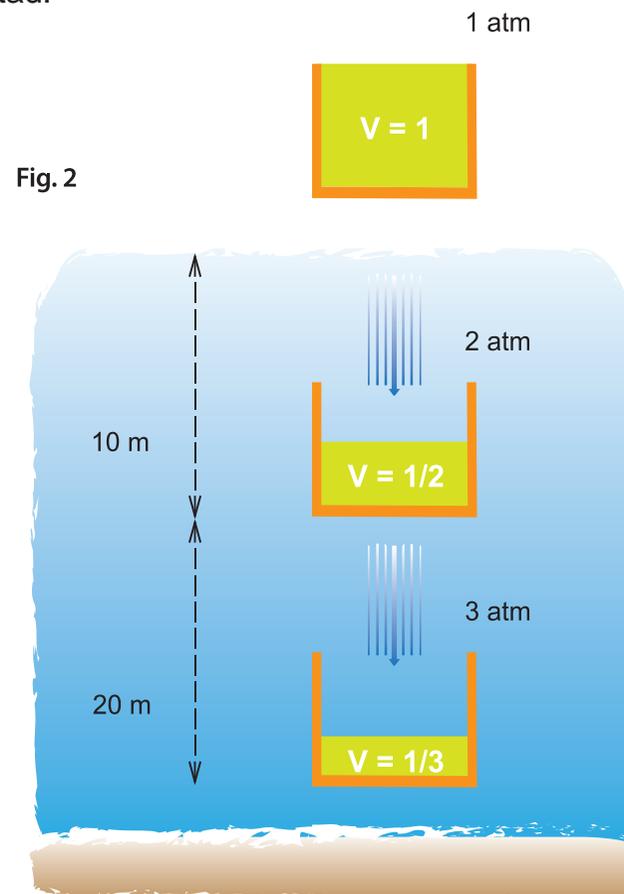
En superficie,

$$P \times V = 1 \text{ atm} \times 1 \text{ m}^3 = 1$$

A cualquier profundidad el resultado tiene que seguir siendo 1 de modo que, por ejemplo, a 10 m (donde la presión es de 2 atm),

$$P \times V = 2 \times V = 1$$

así que el volumen tiene que ser  $V = 1/2$ , es decir, se reduce a la mitad.



En el ascenso desde los 10 m hasta la superficie, el fenómeno será el inverso: la **disminución de presión supondrá el aumento del volumen hasta el doble.**

En la figura 2 se reduce el volumen del aire de la campana según la profundidad, podemos ver que el cambio más drástico de volumen se da entre los 0 m y los 10 m, donde se comprime a la mitad al descender o se incrementará al doble al ascender.

Sin embargo, el cambio de volumen que se produce entre los 10 y 20 m de profundidad, a pesar de que corresponde a un cambio también de 1 atm de presión, es “solo” de  $1/3$  (que es sensiblemente menor).

Esta es la razón por la cual todos los fenómenos que se manifiestan como consecuencia de **los cambios de volumen, tienen mayor importancia en los primeros diez metros, cuando se pasa de 0 m a 10 m o viceversa (al descender desde la superficie al inicio de la inmersión o al ascender al final de la misma).**

La densidad del aire aumenta también con la presión, alteración que hay tener en cuenta cuando analicemos cómo se



debe respirar el aire del regulador.

El aumento o disminución del volumen del gas requiere que el recipiente que lo contiene tenga las paredes elásticas, que puedan ceder a esos cambios de volumen.

Pero ¿qué sucede cuando llegan al límite de su elasticidad? El resultado nos lo podemos imaginar recordando lo que pasa cuando inflamos demasiado un globo: el globo explota.

La explosión se producirá por el incremento excesivo del volumen originado por la disminución de la presión ambiente, un fenómeno que podría suceder en el ascenso. Por el contrario, el efecto implosivo (rotura hacia adentro) se puede producir durante el descenso por una disminución excesiva del volumen como consecuencia del aumento de la presión ambiente.

### CUESTIONARIO

4 - Al bajar un globo lleno de agua a 10 m de profundidad, su volumen disminuirá a la mitad.

- A.- Verdadero
- B.- Falso

5 - Si a 10 m de profundidad nuestro chaleco contiene un litro de aire, al llegar a superficie, si no lo vaciamos ese aire ocupará dos litros.

- A.- Verdadero
- B.- Falso

6 - El aire que respiramos a 20 m es tres veces más denso que el aire que respiramos en superficie y una bocanada de él contendrá tres veces más aire.

- A.- Verdadero
- B.- Falso

\* RESPUESTAS AL FINAL DEL LIBRO

## CÓMO AFECTAN LOS CAMBIOS DE VOLUMEN AL ORGANISMO DE UN BUCEADOR CUANDO CAMBIA LA PRESIÓN

### VAMOS A CONOCER

1. *Cuáles son las cavidades de nuestro organismo con paredes elásticas que contienen gas que pueden sufrir variaciones de volumen.*
2. *Cómo debemos actuar ante las variaciones de presión para no sentir molestias.*
3. *Cómo debemos realizar los descensos y ascensos para evitar los efectos implosivos y explosivos.*

**Las cavidades más importantes cuyo estado siempre tendremos que tener en cuenta para subir y bajar son los oídos, los senos paranasales y los pulmones.**

Por otra parte, sólo de forma excepcional, en el ascenso la formación de gases en el aparato digestivo y alguna burbuja que quede atrapada en una caries dental podrían ocasionarnos molestias al dilatarse. Para evitarlo, conviene vigilar las comidas antes de la inmersión (para que no contengan alimentos que favorezcan la formación y la acumulación de gases intestinales) y tener la boca con todas las piezas dentarias en buen estado.

## NO DEBEMOS OLVIDAR

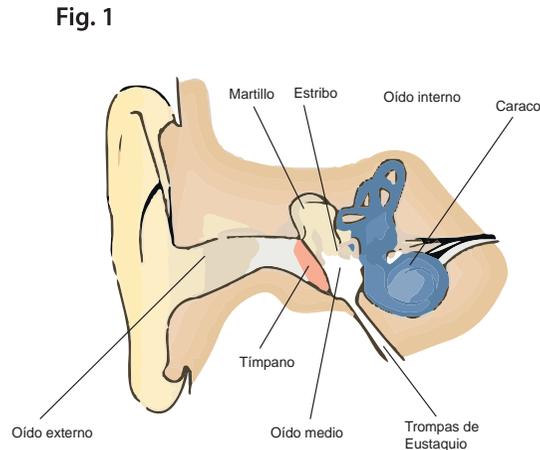
Si en el ascenso sentimos alguna molestia en los dientes o en el aparato digestivo, lo que debemos hacer es:

1. Parar.
2. Descender ligeramente (para reducir la diferencia de presiones interior y exterior)...
3. y continuar el ascenso muy lentamente, para que se reduzcan al mínimo las molestias.

## LOS OÍDOS

El oído está formado por el oído externo, el oído medio y el oído interno (figura 1).

El oído externo, formado por el pabellón auditivo, es una cavidad abierta al exterior y que no debería darnos ningún problema, a no ser que de



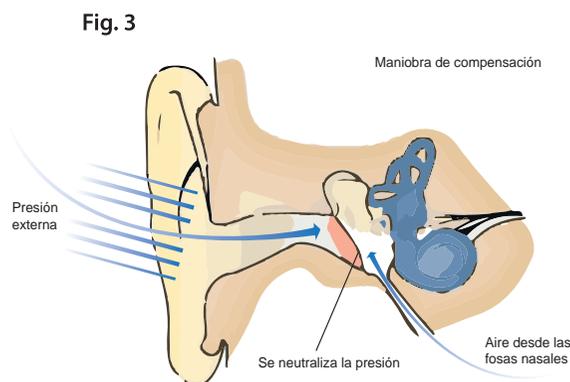
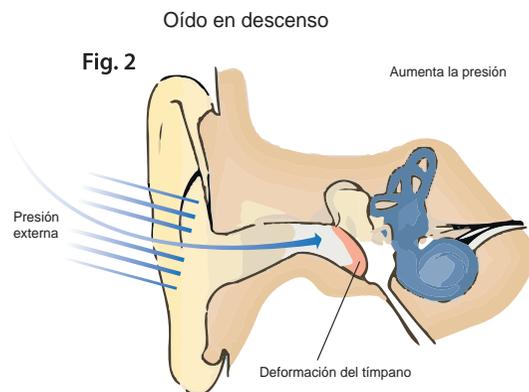
forma natural o artificial se obstruya por **un tapón que cree una cámara estanca de aire comprimido**. Por ejemplo, la cera que protege el interior del conducto puede acumularse y formar una cámara estanca de aire entre ese tapón y el tímpano. En este caso, **como no tendríamos ningún acceso a esa cámara, al deformarse ésta por variar su volumen podría producir molestias y lesiones en el tímpano**. Lo mismo sucedería si el tapón fuese uno de los que se utilizan para que no entre agua en los oídos.

El oído medio es el que puede convertirse de forma natural en una cámara estanca si la comunicación (la trompa de Eustaquio) con las fosas nasales está cerrada. Seguro que alguna vez hemos notado al movernos por una carretera de montaña (o al viajar en avión) cómo las variaciones de presión nos producen unas ligeras molestias en los oídos que desaparecen al abrir la boca y mover las mandíbulas (de forma refleja se abren también las trompas).

Al descender, sobre todo en los diez primeros metros, el aumento de presión (figura 2) produce una deformación del tímpano que provocará molestias e incluso dolor. La forma de evitarlo es que la trompa de Eustaquio se abra y que entre aire para que se compensen las presiones (figura 3). Para

conseguirlo podemos realizar la **maniobra de Valsalva, que consiste en pinzarnos la nariz e intentar expulsar el aire por ella.** También se puede conseguir con el movimiento de las mandíbulas, abriendo todo lo que podamos la boca, simulando un bostezo o tragando saliva. Sin embargo, cuando no se tiene mucha práctica, en el descenso debemos limitarnos a realizar la maniobra de Valsalva de forma precisa pero no brusca.

Si el buceador tiene un catarro, los tejidos que recubren la trompa es-



tarán inflamados y será difícil conseguir que pase el aire a través de la trompa de Eustaquio; además, la mucosidad llena de microbios podría penetrar en el oído medio y producir una infección. Por eso es importante tener en cuenta **el efecto que puede producir la mucosidad que poseemos normalmente.** Esta suele estar seca, pero en contacto con el agua se reblandece y, si no se mantienen las fosas nasales muy limpias, al realizar la maniobra de Valsalva se puede introducir en la trompa obstruyéndola.

### **NO DEBEMOS OLVIDAR**

1. Es necesario mantener limpio el pabellón auditivo y vigilar la formación de tapones.
2. Durante el buceo, nunca utilizar tapones para los oídos.
3. No es aconsejable la práctica del buceo cuando se está acatarrado ni utilizar gotas para disminuir la congestión nasal.
4. Antes de iniciar el descenso hay que esperar a que la humedad haga su efecto en las mucosas y limpiar entonces bien las fosas nasales.
5. Debemos descender lentamente, controlando la flotabilidad, realizando la maniobra de Valsalva u otra análoga, poco a poco, para que se vayan compensando las presiones del oído medio y del exterior.

6. Si notamos que un oído no compensa bien, ascenderemos hasta la última posición donde compensó y realizaremos la maniobra de nuevo; luego volveremos a descender lentamente y actuaremos de la misma forma a intervalos de espacio menores.
7. Hay que permanecer junto a nuestro compañero y llevar la misma velocidad de descenso para que nos pueda ayudar o nosotros a él.
8. La compensación de las presiones en los oídos ofrece alguna dificultad al principio, pero si la realizamos con la suficiente calma y aplicando la técnica correcta, conseguiremos llegar hasta el fondo y disfrutar de la inmersión. Cada buceador tiene que adoptar la velocidad que le permita realizar satisfactoriamente estas maniobras, no hay que aumentarla por seguir al compañero o apremiarlo para que nos siga.

Después de descender los siete u ocho primeros metros, los efectos de los cambios de volumen se hacen menores. A lo largo de la inmersión las molestias que puedan aparecer serán ligeras y pronto las eliminaremos si volvemos a realizar la maniobra para compensar.

Durante el ascenso no deben existir molestias, pues ahora lo que sucede es que tenemos más presión en el oído medio que en el externo (figura 4). Esta diferencia de presión es suficiente para que de forma natural se abra la trompa y salga el aire sobrante hasta que se equilibren las presiones,

pero en el caso de que aparezcan molestias... (ver recuadro).

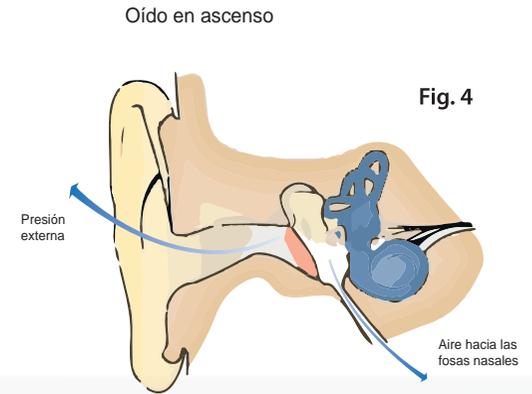


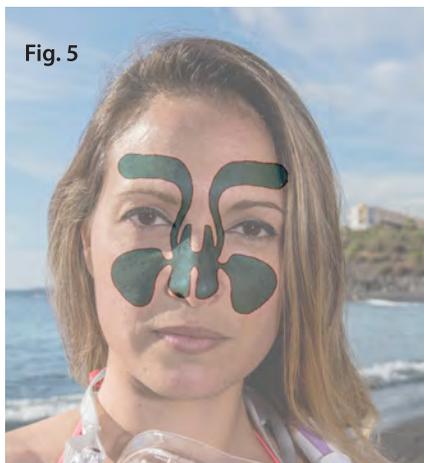
Fig. 4

### **NO DEBEMOS OLVIDAR**

1. En el ascenso nunca se debe realizar la maniobra de Valsalva, pues provocaría el efecto contrario al que se busca introduciendo más aire en el oído medio.
2. Para compensar durante el ascenso podemos tragar saliva o mover las mandíbulas simulando un bostezo, lo cual favorece la apertura de la trompa.
3. Si notamos molestias, circunstancia que no sucede casi nunca, debemos pararnos, descender hasta la cota donde no nos molestaban los oídos y realizar cualquiera de las maniobras aconsejadas para compensar, pero nunca la de Valsalva. Después subiremos poco a poco, compensando en cada tramo.
4. Para superar estas situaciones, la tranquilidad y el apoyo que nos brinda el compañero suelen ser importantes.

## LOS SENOS PARANASALES

Son unas cavidades llenas de aire que posee nuestro cráneo detrás de la frente, detrás de las fosas nasales y encima de la mandíbula superior, y que están comunicadas con las fosas nasales (figura 5). Son un producto de la evolución del cráneo.



Senos paranasales

En condiciones normales, al no ser cámaras cerradas, no se verán afectadas por los cambios de presión. No obstante, si existe una infección (sinusitis o un catarro muy fuerte), los conductos que las comunican con las fosas se inflaman, pueden llegar a obstruirse y mantener una presión en su interior diferente a la externa.

Cuando esto sucede no tenemos ningún procedimiento para compensar la presión interior con la exterior y podría producirse un efecto implosivo o explosivo. Sin embargo la probabilidad de que esto suceda es mínima, pues las molestias

que producen al inicio de la inmersión hacen insoportable el seguir descendiendo.

### **NO DEBEMOS OLVIDAR**

1. Con sinusitis o con un fuerte catarro no debemos sumergirnos.
2. En el caso de que aparezcan molestias en los senos paranasales durante el descenso, debemos abandonar la inmersión y acudir luego a un médico.
3. Si aparecen molestias al ascender debemos pararnos, descender hasta la cota donde no teníamos molestias y subir poco a poco, asegurándonos de que en cada tramo las molestias no son mayores.

## LOS PULMONES

Están compuestos por una serie de conductos (figura 6), tráquea, bronquios y bronquiolos, que transportan el aire hasta unas microceldillas: los alvéolos. Mientras respiramos, todo el sistema está abierto al exterior y a través del regulador de la escafandra nos llega el aire a la misma presión ambiente.

**En el ascenso**, como hemos respirado en el fondo aire a mayor presión, **si bloqueamos la respiración impidiendo que el aire salga**, los alvéolos se comportarán como recipientes elásticos con gas dentro y se expandirán. Si se supera su límite de elasticidad, se pueden romper y el aire que contienen pasar al interior del pulmón o al torrente circulatorio. Es lo que denominamos accidente de **sobrepresión pulmonar** (figura 7).

Las consecuencias de sufrir una sobrepresión pulmonar son muy graves. El aire en el interior del pulmón puede producir diversas lesiones mecánicas, pero la consecuencia más grave son las burbujas de aire que arrastra la sangre.

La sangre procedente de los pulmones es bombeada por el corazón a todo el organismo, pero en primer lugar al mismo

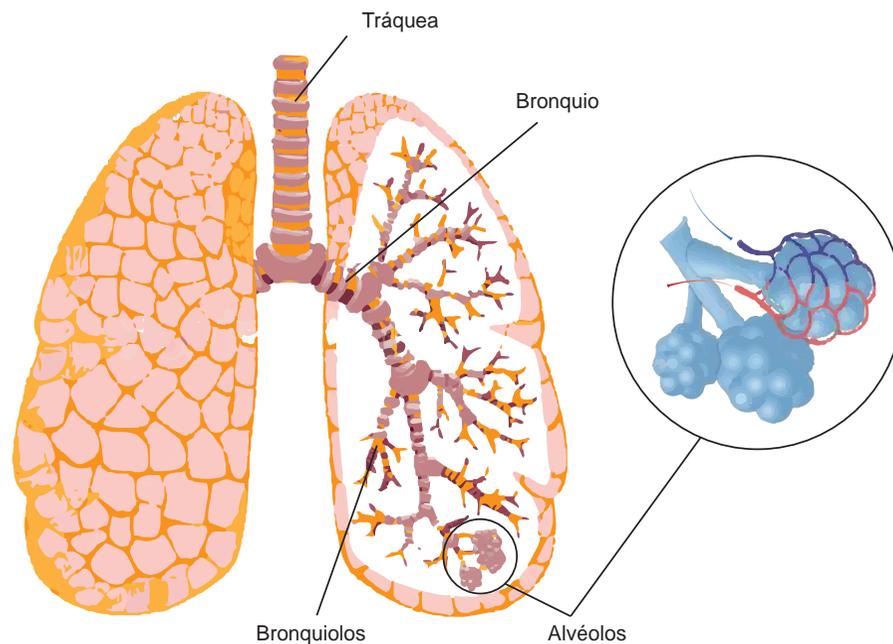


Fig. 6 Sistema respiratorio

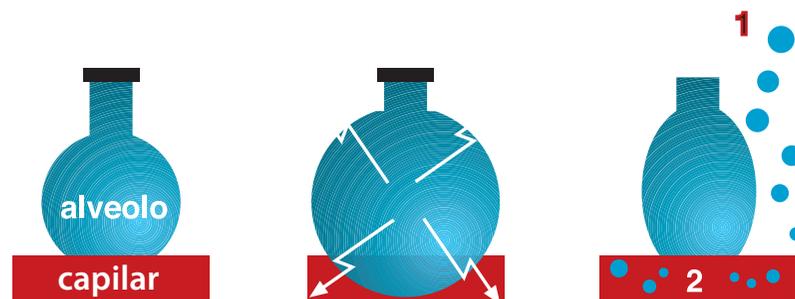
corazón y al cerebro. Por eso la aparición de burbujas de aire en estos dos órganos es muy rápida.

Las burbujas de aire provocan una obstrucción de los vasos e impiden el riego sanguíneo de los órganos, afectando a su funcionamiento y a la vida de sus células (figura 8).

**Los signos y síntomas (pérdida de conocimiento, paro cardíaco, dificultades en la respiración y dolores pulmonares) aparecen de inmediato y debemos reaccionar rápidamente.**

Hay que administrar oxígeno al accidentado y trasladarlo a un centro que disponga de una cámara hiperbárica, donde reciba tratamiento médico. En la cámara hiperbárica, si es necesario, se le podrá recomprimir para que disminuya el volumen de las burbujas.

Aunque los riesgos son grandes, la probabilidad de sufrir una sobrepresión pulmonar es muy baja si cumplimos las normas de seguridad (ver recuadro).



**Primero**  
Bloqueo respiratorio

**Segundo**  
Bloqueo y ascenso  
(efecto explosivo)

**Tercero**  
Rotura de tejidos

1. Aire extravascular  
2. Aire en los vasos

Fig. 7 Sobrepresión en el alveolo

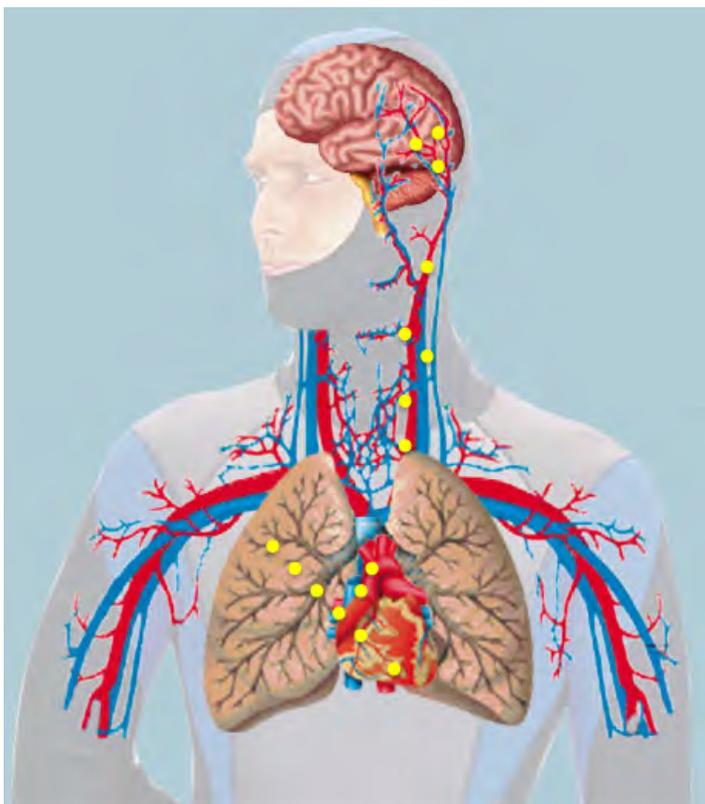


Fig. 8 Consecuencias de la sobrepresión pulmonar

## ***NO DEBEMOS OLVIDAR***

1. Una norma de seguridad básica e ineludible es:  
**No bloquear nunca la respiración en el ascenso.**
2. Durante el ascenso hay que subir despacio y respirar normalmente.
3. En el caso de subir compartiendo el aire de un único regulador con el compañero, mientras él respira debemos soltar ligeramente aire en forma de burbujas y no retener el aire en los pulmones.
4. Si de forma involuntaria (por un fallo en la flotabilidad) comenzamos a ascender, debemos soplar inmediatamente mientras controlamos la flotabilidad.
5. Si tenemos que realizar una subida de emergencia sin aire, inclinaremos la nuca hacia atrás, no nos quitaremos el regulador de la boca y soplaremos suavemente expulsando aire durante el ascenso.
6. Un buceador que desciende en apnea pero que toma aire de una escafandra en el fondo, deberá ascender como se indica en el punto anterior.
7. A un buceador que al llegar a la superficie manifiesta cualquiera de los síntomas mencionados de la sobrepresión pulmonar, se le debe administrar oxígeno y trasladar a un centro hiperbárico de atención médica.

## CUESTIONARIO

**7 - No debemos sumergirnos con tapones en los oídos.**

- A.- Verdadero
- B.- Falso

**8 - Solamente si estamos acatarrados, la mucosidad de las fosas nasales puede dificultar que se compensen los oídos.**

- A.- Verdadero
- B.- Falso

**9 - Si al ascender sentimos molestias en los oídos, debemos descender e intentar compensarlos sin realizar la maniobra de Valsalva.**

- A.- Verdadero
- B.- Falso

**10 - Si estando en el fondo damos aire con nuestro regulador a un buceador en apnea, puede sufrir un accidente de sobrepresión pulmonar.**

- A.- Verdadero
- B.- Falso

**11 - Si se contiene la respiración en los últimos metros de ascenso a la superficie, es cuando hay más probabilidades de sufrir una sobrepresión pulmonar.**

- A.- Verdadero
- B.- Falso

**12 - Si tenemos que ascender sin poder respirar aire del regulador, debemos hacerlo con la nuca hacia atrás y soltando aire por la boca.**

- A.- Verdadero
- B.- Falso

\* RESPUESTAS AL FINAL DEL LIBRO

## CÓMO AFECTAN LOS CAMBIOS DE VOLUMEN AL EQUIPO DEL BUCEADOR AL VARIAR LA PRESIÓN

### VAMOS A CONOCER

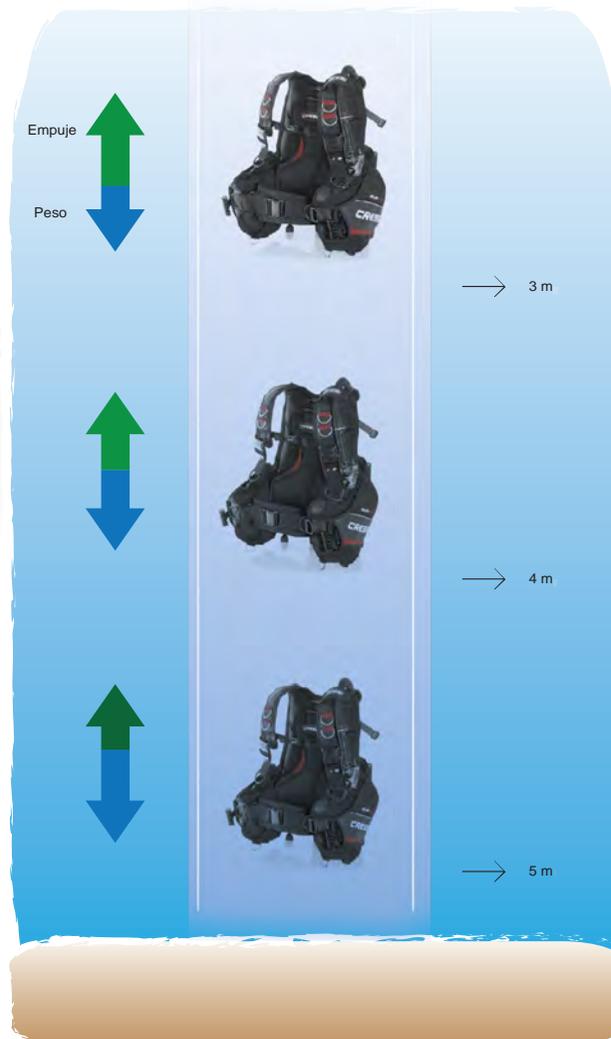
1. Qué partes del equipo se ven afectadas por las variaciones de volumen.
2. Cómo podemos evitar el placaje de la máscara.
3. Cómo podemos evitar el placaje del traje.
4. Los efectos de los cambios de presión en la flotabilidad.

En el descenso debemos tener cuidado con la máscara porque, junto con la cara, crea una cámara estanca que al reducir su volumen realiza un efecto de ventosa (placaje) que puede provocar pequeños derrames en el globo ocular.

**Estas lesiones no suelen llegar a ser de importancia y la forma de evitarlas es insuflar aire por la nariz cuando bajamos**, operación que hacemos normalmente cuando vaciamos la máscara de agua.

El mismo efecto de ventosa (placaje) se puede producir entre el traje y nuestra piel si nos queda muy apretado y se forman cámaras aisladas de aire entre ellos. **Cuando**

Variación del volumen del chaleco con la profundidad



**notemos molestias, debemos ahuecarnos el traje para que circulen el agua o el aire.**

Las variaciones del volumen del chaleco hidrostático y del grosor del propio traje afectarán a la flotabilidad.

La realización correcta de la operación del control del lastre, nos permitirá reducirlo a la cantidad imprescindible e incrementará nuestra comodidad.



La cámara del chaleco y las celdillas de aire que contiene el neopreno, **disminuyen su volumen al descender. Esto nos resta empuje y hace que predomine nuestro peso (figura 9)**. Si queremos mantenernos con flotabilidad neutra, tendremos que inflar el chaleco y volver a equilibrar el peso con el empuje. Por eso, siempre que cambiamos de profundidad hay que realizar el control de la flotabilidad.

**En el ascenso ocurre lo contrario: el aumento de su volumen hace que el empuje sea superior y, si no lo corregimos a tiempo, podría arrastrarnos hacia la superficie** superando la velocidad máxima de ascenso. Por tanto, durante el ascenso es necesario ir desinflando el chaleco para equilibrarse.

Las variaciones de volumen del chaleco son proporcionales a su volumen inicial y esas variaciones suponen cambios en la fuerza de empuje (figura 9). Si para equilibrarnos en la superficie tenemos que inflar mucho el chaleco, a lo largo de la inmersión sufriremos grandes cambios de flotabilidad.

Por ejemplo, un chaleco con 4 litros de aire en la superficie al bajar a 10 m de profundidad reducirá su volumen a 2 litros; teniendo en cuenta la densidad del agua, esto implica que su empuje disminuirá 2 kg. Sin embargo, al bajar a 10 m un chaleco que contenga 2 litros, reducirá su volumen a 1 litro y sólo habrá disminuido su empuje 1 kg.

Es muy **importante conseguir el equilibrio en la superficie con el menor lastre posible (control de lastre)**. Si el

chaleco se ve poco afectado por los cambios de volumen, incrementaremos nuestra comodidad y eso nos ayudará a reducir el consumo.

Recordemos que el lastre que necesitamos lo calculamos colocando diferentes plomos en el cinturón hasta conseguir **permanecer en la superficie del agua, verticales, sumergidos con el agua a la altura de la máscara, el chaleco completamente desinflado y de forma que en cuanto expulsemos aire (disminución del volumen torácico) descendamos.**

### **NO DEBEMOS OLVIDAR**

1. Al descender inflaremos el chaleco para contrarrestar la disminución del empuje del chaleco y del traje.
2. Al ascender desinflaremos el chaleco para contrarrestar el aumento del empuje del chaleco y del traje.
3. Llevar el mínimo lastre necesario reduce el volumen de aire que necesitamos para conseguir el equilibrio y los efectos de su aumento o disminución serán menos bruscos y más fáciles de contrarrestar.

Al realizar el chequeo del lastre, debemos tener en cuenta la botella que vamos a utilizar, porque es un elemento del equipo que podemos cambiar con frecuencia; el aire comprimido también pesa y al final de la inmersión las botellas son más ligeras.

### **CUESTIONARIO**

13 - *Para descender desde la superficie primero tenemos que desinflar el chaleco y luego ir hinchándolo para equilibrarnos durante el descenso.*

- A.- Verdadero
- B.- Falso

14 - *Al realizar un ascenso, próximos a la superficie, el chaleco se dilata y puede empujarnos hacia ella.*

- A.- Verdadero
- B.- Falso

15 - *La cantidad de lastre que debemos llevar es la que nos permite tener siempre flotabilidad negativa.*

- A.- Verdadero
- B.- Falso

\* RESPUESTAS AL FINAL DEL LIBRO



## CAPÍTULO 3

# LA RESPIRACIÓN CON LA ESCAFANDRA AUTÓNOMA

La escafandra autónoma es la parte del equipo que nos permite visitar el mundo subacuático como uno más de sus moradores, con las limitaciones de tiempo y profundidad que veremos en capítulos posteriores. Los elementos que la componen y su funcionamiento constituyen el objeto de este capítulo. También seguiremos hablando del chaleco hidrostático, porque la fijación de la escafandra al buceador se hace a través de él, y nos lo colocamos y quitamos a la vez que la escafandra; además, para inflar el chaleco podemos utilizar una conexión con el regulador de la escafandra, así que podemos decir que forman un todo.

## LA ESCAFANDRA AUTÓNOMA

*La escafandra autónoma está compuesta por:*

1. **La botella** con su grifería. Su función es almacenar a alta presión el gas que se va a respirar.
2. **El regulador**, que tiene como misión suministrarnos el aire de la botella siempre a presión ambiente. Además puede llevar acoplado un manómetro, el inflador directo del chaleco, un octopus o un ordenador que proporcione el cálculo del consumo (o el emisor de éste).

## LA BOTELLA

### VAMOS A CONOCER

1. *De qué materiales están hechas.*
2. *Qué capacidad pueden tener.*
3. *A qué presión se cargan.*
4. *Cómo podemos calcular el aire que contienen.*
5. *Cómo calcular aproximadamente su duración.*
6. *De qué factores depende el consumo.*
7. *Los cuidados que requieren.*

La botella es el recipiente que contiene el aire a presión que utilizaremos durante la inmersión.

Las más usuales en el mercado español son de acero, aunque también podemos encontrarlas fabricadas en otros materiales como el aluminio.

Tienen su exterior zincado y pintado y el interior recubierto de un producto anticorrosión.

Debido a que su base tiene forma semiesférica, para poder colocarlas verticales se les acopla un “culote de goma”, que además las protege de los golpes.

Las capacidades más corrientes son 10, 12, 15 y 18 litros. Cuando la escafandra está compuesta por dos botellas unidas por la grifería, decimos que es una bibotella.



La presión máxima a la que se carga la botella para utilizarla en el agua es entre 200 y 300 bar: es la presión de trabajo, siendo la carga más habitual la de 200 bar.

El resultado de multiplicar la presión por la capacidad de la botella nos da los litros que ocuparía el aire de la botella si se expandiese a 1 atm y nos ofrece la información de la cantidad de aire que contiene.

Por ejemplo, una botella de 15 litros recién cargada a 200 atm contiene 3.000 litros de aire. Cuando el manómetro llega a la zona roja y marca 50 atm, nos quedan 750 litros.

¿Y cuánto dura ese aire?

Esta pregunta no tiene una sola respuesta, pues el consumo de un buceador está condicionado por la presión a la que respira (aire más o menos denso), su capacidad pulmonar y su ritmo respiratorio, que se ve afectado por el cansancio, el frío, el estrés, etc.

De forma aproximada, podemos suponer que consumimos unos 20 litros / minuto a una presión de 1 atm. Para calcular

el aire que se gasta por minuto a una determinada profundidad, multiplicaremos por veinte la presión ambiente.

Ejemplo: tenemos una botella de 12 litros cargada a 100 atm, es decir, disponemos de  $12 \times 100 = 1.200$  litros de aire. Si nos encontramos a 10 m de profundidad (2 atm), nuestro consumo será de  $20 \times 2 = 40$  litros / minuto y podremos permanecer allí  $1.200 / 40 = 30$  minutos.

Esta es una estimación con valor práctico relativo, pues los factores externos que repercuten en el ritmo respiratorio hacen que pueda fluctuar mucho. Por esta razón, durante la inmersión el buceador debe vigilar constantemente la presión que indica su manómetro para no llevarse sorpresas.



Con el manómetro podemos saber en todo momento la presión de la botella.



La elevada presión a la que están cargadas las botellas requiere que se las trate con mucho cuidado. De no ser así podría producirse una explosión con graves consecuencias.

Cada cierto tiempo, debemos comprobar la resistencia del material de la botella y certificar que sigue siendo segura. En esa revisión se somete a la botella a una presión de prueba que usualmente es el 150 % de la presión de trabajo y se observa la “fatiga” del material de sus paredes. Si está dentro de los márgenes de seguridad, se marca la botella con un **contraste** y la fecha de la revisión; en el caso contrario, la botella se inutiliza.

Si una botella no es revisada en el periodo de tiempo establecido, la legislación dictamina que **no puede ser cargada**.

Para su conservación tenemos que tener en cuenta:

- 1. Los golpes fuertes en la botella y, sobre todo, en la grifería pueden provocar su explosión.*
- 2. Las botellas son pesadas e inestables, por lo que debemos transportarlas y colocarlas con cuidado para que no se golpeen.*

## **EL DNI DE LA BOTELLA**

*La botella es un recipiente que puede contener gases a presión, así que existe una normativa que garantiza la seguridad de su uso. Esa normativa depende de la legislación de cada país y, en nuestro caso, de cada Comunidad Autónoma. En general comprende:*

### **1. La estampación en el bloque de los siguientes datos:**

- Fabricante*
- Número de serie*
- Capacidad*
- Peso*
- Presión de trabajo*
- Presión de prueba*
- Fecha y sello de la última revisión*

### **2. El establecimiento del tiempo máximo para realizar cada revisión.**

*3. Su presión no debe ser mayor que la presión de trabajo establecida por el fabricante.*

*4. El calor provoca un aumento de presión en el interior de la botella, así que no debemos exponerla durante mucho tiempo al sol o mantenerla en un recinto con altas temperaturas.*

5. Enjuagar el exterior de la botella con agua dulce después de la inmersión y secarla, favorece su conservación.

6. Para almacenarla es conveniente que mantenga en su interior una presión próxima a los 50 kg, que se desmonten las bases de goma y se limpien y repasen las partes que han estado cubiertas.

### **NO DEBEMOS OLVIDAR**

1. Extremar los cuidados de la botella, tanto en su uso como en su mantenimiento.
2. Hacer las revisiones periódicas establecidas.

### **CUESTIONARIO**

1 - Para su uso, las botellas habitualmente se cargan a 200 bar.

- A.- Verdadero
- B.- Falso

2 - ¿Cuánto aire contiene una botella de 12 litros de capacidad cargada a 100 atm?

- A.- 120 litros
- B.- 1.200 litros
- C.- 100 litros

3 - Una botella de 18 litros cargada a 200 atm, a 20 m de profundidad siempre dura una hora.

- A.- Verdadero
- B.- Falso

\* RESPUESTAS AL FINAL DEL LIBRO

## LA GRIFERÍA

### VAMOS A CONOCER

1. *Cuáles son los tipos de grifería que llevan acoplados.*
2. *Cómo son las griferías de las botellas.*
3. *Qué tipo de conexiones permiten.*
4. *Qué es una junta tórica.*

La grifería sirve para abrir y cerrar el caudal de aire de la botella donde va enroscada. Suelen ser de latón cromado o de acero inoxidable.

Las griferías para monobotella y bibotella tienen diferencias.

La grifería en las monobotellas consta de tres partes:

1. *La llave de apertura y cierre, que suele ser un pomo, es una pieza cilíndrica protegida por un material plástico y que se acciona girándola en uno u otro sentido.*
2. *La salida del aire, con la forma apropiada para establecer la conexión con el regulador. Esta conexión puede ser de dos tipos:*

a) Tipo INT, en la que el orificio de salida presenta, a su alrededor, un asiento circular provisto de una junta tórica de un diámetro de 17,8 mm. Este es el tipo de conexión más generalizado.

Griferías con conexión INT de dos y una salidas



b) Tipo DIN 200, en la que el orificio es mayor y en su interior tiene una rosca cilíndrica (R3/4"x14h DIN 259).

La mayoría de las griferías pueden pasar de un tipo a otro de conexión desenroscando la de tipo INT.

3. *La rosca de aplicación a la botella. Lleva una junta tórica para que quede bien sellada la conexión con la botella.*

En todos los grifos de conexión DIN se puede cambiar a la conexión INT enroscando un núcleo que se puede quitar y poner. Si necesitamos quitarlo o ponerlo, hay que disponer de la llave Allen adecuada.



Grifería con conexión DIN

## NO DEBEMOS OLVIDAR

1. El pomo de la grifería debe girar suavemente. Si está muy duro, es conveniente que sea revisado por un servicio técnico.
2. Cerrar el grifo suavemente, evitando apretar demasiado.
3. Al vaciar una botella, debemos hacerlo poco a poco para que no se forme hielo en la grifería y se condense el agua en su interior.
4. Al transportar la botella hay que tener especial cuidado para que la grifería no reciba ningún golpe.
5. Enjuagar la botella con agua dulce después de cada inmersión.

## CUESTIONARIO

4 - *Todas las griferías tienen el mismo tipo de conexión con el regulador.*

- A.- Verdadero
- B.- Falso

5 - *Enroscando un núcleo se puede transformar la conexión DIN del grifo en una INT.*

- A.- Verdadero
- B.- Falso

6 - *Las botellas deben ser transportadas con sumo cuidado, protegiendo sobre todo la grifería de posibles golpes, porque es la parte más delicada.*

- A.- Verdadero
- B.- Falso

\* RESPUESTAS AL FINAL DEL LIBRO

## LOS ATALAJES DE SUJECIÓN

La botella se sujeta al jacket con una cincha que debe estar bien tensa. Para conseguirlo, se pasa la cincha desde dentro por su ranura central y se vuelve a pasar hacia adentro por la primera ranura. En esta posición ya se puede tensar la cincha, quedando lo más ajustada a la botella. Después, sin que se afloje la tensión de la cincha, se pasa desde fuera por la tercera ranura y se gira la pieza de plástico aumentando la tensión de la cincha. Conviene comprobar que ha quedado fijada la botella pegando unos pequeños tirones del *jacket*.



## EL REGULADOR

### VAMOS A CONOCER

1. *Cuáles son las partes y cómo funciona un regulador.*
2. *Qué se le puede conectar a las diversas cámaras del regulador.*
3. *Qué hacer si al conectar el regulador a la grifería y abrirla hay una fuga de aire.*
4. *Para qué sirve el purgador.*

El regulador es la parte de la escafandra que tiene como función proporcionarnos el aire a la misma presión que están nuestros pulmones cuando respiramos por él.

Ese aire no puede estar a menos presión que la ambiental; de lo contrario, el esfuerzo de inspiración sería considerable, provocándonos una rápida fatiga.

Por otra parte, si fuese mayor, como el pulmón sólo soporta una sobrepresión de 0,2 atm, además de la incomodidad podría llegar a producirnos un accidente de sobrepresión.

Por lo tanto, el regulador tiene que reducir la presión del aire que sale de la botella y alojarlo en una cámara, cámara de presión ambiente, de donde pueda ser succionado.



## La primera etapa del regulador

Es la parte del regulador que se fija a la grifería de la botella y donde está la entrada de aire al regulador.

La salida de la grifería y la entrada del regulador deberán acoplarse. Ya hemos visto que existen dos tipos de salidas en las griferías (INT y DIN), así que también deben existir dos sistemas de conexión para el regulador.

En el sistema INT el acoplamiento se realiza por presión. Alrededor de la entrada de aire del regulador sobresale un anillo que se acopla en el asiento circular, con junta tórica, de la salida de la grifería. Para mantener ese acoplamiento el regulador tiene un estribo que se atornilla por detrás, a la salida de la grifería. En el sistema DIN el regulador va enroscado directamente en la salida de la grifería y también lleva junta tórica.



**Si la junta tórica está deteriorada, o no hay, al abrir la grifería se escapa el aire.** Entonces deberemos cerrarla, quitar el regulador y sustituir la junta por una nueva. Las juntas tóricas (o un núcleo completo) son repuestos que es imprescindible llevar.

Una vez fijada la primera etapa del regulador a la grifería, si la abrimos, el aire de la botella pasa al interior de una cámara que se denomina de alta presión, porque se encuentra a la misma presión que hay en la botella. Esa cámara tiene una o dos salidas al exterior cerradas por unos tornillos con junta tórica. Si previamente hemos quitado uno de esos tornillos y enroscado el extremo del latiguillo de un manómetro flexible, éste marcará ahora la presión que hay en el interior de la botella.

Primeras etapas

INT

DIN

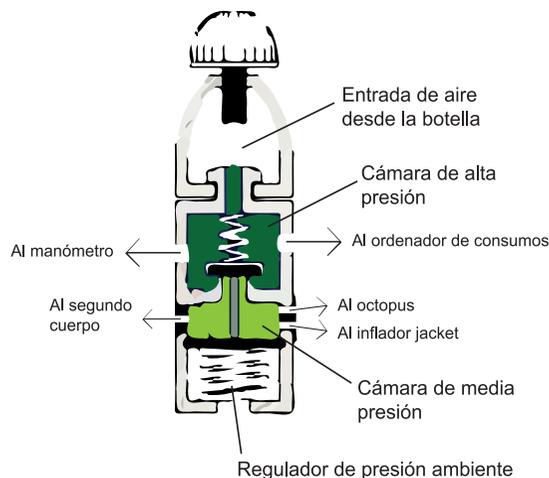


ambiente, llevan otra cámara intermedia, de forma que se producen dos reducciones de la presión, dos etapas: de la cámara de alta a la cámara de media y de la de media a la cámara de presión ambiente.

La cámara de media suele estar a una presión de unas 8 atm más que la presión ambiente. Se encuentra en el primer cuerpo del regulador, a continuación de la de alta, y un mecanismo es responsable de dejar pasar el aire de la una a la otra para que se mantenga esa presión.

Esta cámara tiene otras salidas, además de la salida donde se acopla el latiguillo que conduce el aire a la cámara de presión ambiente, que se encuentra en el segundo cuerpo.

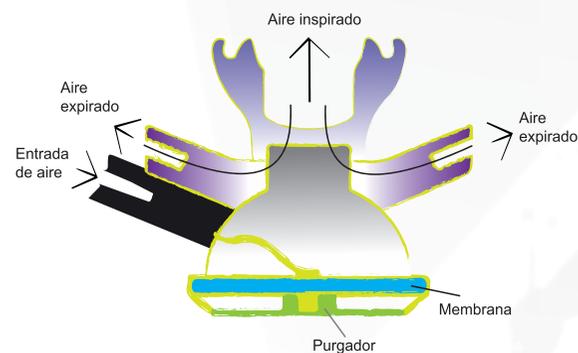
Una de esas salidas puede ser utilizada para acoplar el latiguillo del inflador automático del chaleco. En la otra po-



demostrar colocar un nuevo latiguillo que conduzca a otro segundo cuerpo del regulador, denominado octopus, y que puede servir como una fuente alternativa de aire.

### **La segunda etapa del regulador**

El aire que llega por el latiguillo a la segunda etapa del regulador está también a 8 atm más que la presión ambiente. Allí se encuentra con una válvula que le cierra el paso y que sólo se abre cuando decae la presión en la cámara de presión ambiente (al inspirar) y permite que pase aire hasta que vuelva a subir a la presión ambiente.



El mecanismo que permite la apertura y cierre de la válvula, es decir, que el aire reduzca su presión por segunda vez (segunda etapa) es muy sencillo y conviene que lo conozcamos. Se basa en lo siguiente:

La cámara de presión ambiente tiene una de sus paredes que es una membrana deformable que se encuentra en contacto con el agua. Si la presión en el interior de la cámara y en el exterior es la misma, la membrana permanece sin deformarse, pero si la presión disminuye en el interior de la cámara, la membrana se deforma hacia adentro y actúa sobre una palanca que a su vez abre la válvula. Entonces entra aire hasta que se equilibran las presiones de la cámara y del agua, la membrana vuelve a su sitio, la palanca también y cierra la válvula.

La segunda etapa, en su parte posterior, tiene una boquilla por donde el buceador puede inhalar el aire de la cámara de presión ambiente. Al exhalar por la misma boquilla el aire sale hacia abajo por una válvula antirretroceso y de allí al exterior por unas toberas.

En la parte anterior, una tapa de material rígido, protege a la membrana y a la vez permite que el agua esté en contacto con ella. En el centro de esa tapa existe una pieza móvil, el purgador, que nos permite presionar la membrana, deformarla, y abrir el paso de aire de una cámara a otra.

La utilidad que tiene este purgador es múltiple. Sirve para que el regulador dé aire sin que tengamos que realizar el esfuerzo de inspirarlo (cuando estemos cansados, por ejemplo). También permite sacar el agua que haya podido entrar en la cámara de presión ambiente cuando nos quitamos y ponemos el regulador en la boca dentro del agua. Por último, es imprescindible para que, una vez cerrada la botella, vaciemos todo el aire que contenga el regulador y así se pueda aflojar la conexión del regulador con la grifería.

## ¿CÓMO SE RESPIRA POR EL REGULADOR?

### VAMOS A CONOCER

- 1. Cómo debemos respirar debajo del agua.*
- 2. Qué hacer si el aire de la botella sabe raro.*
- 3. Qué hacer si notamos alterado nuestro ritmo respiratorio.*

Para mantener el ritmo respiratorio con el regulador **hay que tomar lentamente aire por la boquilla haciendo una inspiración profunda y soltarlo también lentamente**, vaciando bien los pulmones, por la misma boquilla. La operación tiene que producir una ventilación amplia y lenta de los pulmones.

No debemos, por nerviosismo o por fatiga, realizar respiraciones cortas y rápidas que podrían acumular CO<sub>2</sub> en los pulmones. El exceso de CO<sub>2</sub> provocaría una mayor agitación respiratoria, jadeo y la sensación de que nos falta aire. Si notamos que nos está sucediendo algo parecido, debemos **tranquilizarnos, avisar a nuestro compañero y, relajados en el fondo, intentar recobrar un ritmo adecuado de respiraciones lentas y profundas.**

El aire con el que se carga la botella es previamente filtrado para que no contenga casi agua y no se pueda condensar al aumentar la presión. Por eso después de respirar con un regulador durante un tiempo podemos tener la sensación de sequedad en la garganta. Es una sensación a la que nos acostumbraremos rápidamente.

No obstante, si el aire que respiramos tiene un sabor raro, como de aceite quemado, puede deberse a que el compresor de carga tiene mal los filtros. En ese caso no es aconsejable utilizar ese aire, pues podría intoxicarnos.

## POSIBLES AVERÍAS

### VAMOS A CONOCER

1. *Qué quiere decir que el regulador está duro.*
2. *Qué hacer si se queda en flujo constante.*
3. *Quién debe realizar sus revisiones periódicas.*

A pesar de lo que pueda parecer, los mecanismos internos del regulador son muy simples y, por tanto, fiables.

Un regulador que está bien cuidado y es revisado periódicamente no tiene que crearnos ningún problema. Sin embargo, si se produce un pequeño desajuste en su regulación interna notaremos que nos cuesta mucho respirar, que está muy duro. **No debemos intentar regularlo nosotros, hay que llevarlo a un servicio técnico.**

También puede suceder el fenómeno contrario: que el regulador se quede “en flujo constante”, saliendo el aire sin que se lo pidamos. Si esto ocurre en superficie, soplaremos fuertemente por la boquilla o simplemente colocaremos un par de dedos en la abertura de la boquilla; si no se soluciona, lo sustituiremos por otro hasta que lo llevemos a revisar. Si nos sucede

en el fondo, puede bastar con **girar la segunda etapa para dirigir la boquilla hacia el fondo**; si eso no basta, respiraremos por el octopus o por el segundo regulador e iniciaremos con nuestro compañero el ascenso.

## LA CALIDAD DE LOS REGULADORES

*Todos los reguladores que están en el mercado y que cumplen la normativa europea de normalización son seguros. La calidad de un regulador no depende de la cantidad de aire que puede dar a cada profundidad, sino del esfuerzo que tiene que hacer el buceador para inspirar y espirar.*

## EL MANÓMETRO

El manómetro va conectado a la cámara de alta del regulador y nos indica la presión de la botella.

Tiene una escala en la que está marcada en rojo la zona de 50 atm, zona que consideraremos de aire de reserva.



El manómetro puede estar montado en una pieza de material plástico (consola) junto con otros aparatos de medida como el profundímetro o una brújula.

Existe otro tipo de manómetro que se puede conectar directamente a la grifería de la botella porque tiene una conexión como la del regulador, y que sirve para comprobar la carga de la botella en tierra antes de montar la escafandra.



## EL OCTOPUS

En una de las salidas de baja presión del primer cuerpo del regulador podemos conectar el latiguillo del octopus, que es más largo y normalmente de color amarillo.

Como la función del octopus es poder utilizarlo en caso de emergencia propia o para compartir aire con un compañero, es recomendable que salga del primer cuerpo del regulador por la izquierda, en el lado opuesto a la segunda etapa con la

que se está respirando. De esta manera se aprovecha más su longitud y el compañero que necesitara utilizarlo tendría más libertad de movimientos.

En las botellas con grifería de dos salidas, la misma función que el octopus puede realizarla otro segundo regulador conectado a la segunda salida.



Octopus

## ***NO DEBEMOS OLVIDAR***

1. Asegurarse de que el tipo de conexión de la grifería de la botella y el regulador coinciden.
2. Revisar el estado de la junta tórica de la grifería y llevar repuestos (juntas tóricas o núcleos completos en buen estado).
3. El manómetro flexible y/o el emisor con la toma de datos de un ordenador de buceo que analice consumos, deben conectarse a la cámara de alta del regulador (salida que suele poner HP y que tiene una rosca diferente).
4. El inflador automático del chaleco y el octopus deben ser conectados a las salidas que se encuentran en el primer cuerpo del regulador y que corresponden a la cámara de presión media.
5. Una vez conectado el regulador a la grifería y hasta que no estemos en el fondo, tendremos cuidado para que el segundo cuerpo del regulador y el manómetro no se golpeen, arrastren por el suelo, etc. No hay que olvidar que ésta es la parte más sensible del equipo.
6. Mantener un ritmo lento y profundo de la respiración.
7. Después de cada inmersión, hay que colocar el tapón al regulador y enjuagarlo todo con agua dulce sin presión y sin apretar el botón de purga.
8. Hay que secar bien el regulador antes de guardarlo.
9. Los reguladores deben ser revisados periódicamente por personal especializado, en función del uso que le estemos dando.

## CUESTIONARIO

7 - *Al entrar en el agua y durante la inmersión...*

- A.- Debemos asegurarnos de que llevamos el octopus en un lugar visible y enganchado para que no arrastre por el fondo
- B.- Debemos llevar el manómetro sujeto para que no arrastre por el fondo
- C.- Todo lo anterior

8 - *En el primer cuerpo del regulador se encuentra la cámara de alta y parte de la cámara de media.*

- A.- Verdadero
- B.- Falso

9 - *La válvula de purga o purgador sirve para vaciar de agua la cámara de presión ambiente y para poder liberar de la grifería el regulador.*

- A.- Verdadero
- B.- Falso

10 - *En el primer cuerpo del regulador se encuentran las salidas para conectar el manómetro, el inflador del chaleco y el octopus. A la salida que pone HP se conecta...*

- A.- El manómetro
- B.- El octopus
- C.- El inflador del chaleco

11 - *Cuando la junta tórica está deteriorada o se ha perdido hay que apretar más el regulador.*

- A.- Verdadero
- B.- Falso

\* RESPUESTAS AL FINAL DEL LIBRO

## EL CHALECO HIDROSTÁTICO

### VAMOS A CONOCER

1. *Cuáles son los principales elementos del jacket.*
2. *Cuál es su funcionamiento.*

La función del chaleco hidrostático es permitirnos variar el empuje que ejerce el agua sobre el buceador y controlar la flotabilidad.

El saco interior establece la capacidad del chaleco, que debe ser suficiente para garantizar nuestra flotabilidad en superficie.



A la altura del hombro se encuentra la tráquea de inflado y desinflado, que acaba en una boquilla que permite inflarlo con la boca cuando simultáneamente se aprieta el botón de apertura.

En el extremo de la tráquea, junto a la boquilla, está la conexión del inflador automático y su correspondiente botón de accionamiento.

En el otro hombro hay una válvula de seguridad que sirve para evitar que un exceso de presión rompa el chaleco. Esta válvula también se abre manualmente para vaciar voluntariamente el chaleco.

En muchos modelos también existe otra válvula en la parte inferior de la espalda para vaciarlo cuando el buceador está en posición invertida.



A

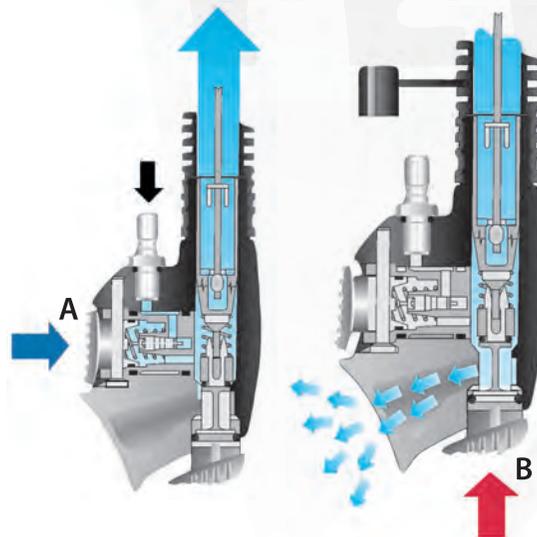
B



Al colocarse el chaleco, después de tirar de las cintas de los hombros y ajustar el fajín, el chaleco tiene que quedar cómoda y firmemente acoplado al cuerpo del buceador.

### **Modo de empleo**

El sistema de inflado no requiere de ninguna técnica especial. Apretando el botón de apertura (A) del inflador automático, el aire pasa directamente del regulador al chaleco. Pero si queremos inflarlo con la boca, hay que sincronizar el momento en el que soplamos por la boquilla con el que apretamos el botón de apertura (B); si no lo hacemos, puede que el aire no entre en el chaleco o que entre agua.



tamos el botón de apertura (B); si no lo hacemos, puede que el aire no entre en el chaleco o que entre agua.

Para desinflar el chaleco no basta con apretar el botón de apertura de la boquilla. **El aire**

solo saldrá si la boquilla se encuentra a menor presión, es decir, más alta que el resto del chaleco. Debemos estirar la tráquea y asegurarnos de que queda por encima de nosotros. En algunos modelos, también podremos dar un ligero estirón de la tráquea, que accionará la válvula de vaciado que tiene en su parte superior.

De igual manera, si realizamos la apertura manual de alguna de las válvulas para desinflar el chaleco, debemos comprobar que nuestra posición asegura que esa válvula se encuentra en la parte más alta y cercana a la superficie.

Cuando inflamos o desinflamos el chaleco para conseguir una flotabilidad neutra, hay que tener en cuenta que **la reacción que se provoca es lenta y hay que esperar unos segundos para notar su efecto**. Además, la inercia que teníamos hacia abajo o hacia arriba puede confundirnos. Por esta razón es necesario practicar con él hasta controlarlo.



Para vaciar el chaleco tenemos que utilizar la salida que esté más alta. En algunos casos, tirando de la tráquea se abre la válvula superior. En posición horizontal se puede utilizar la salida de la tráquea levantándola por encima de los hombros y si se utiliza la válvula posterior hay que asegurarse, inclinandonos un poco hacia el fondo, que está en alto.

## **NO DEBEMOS OLVIDAR**

1. Para desinflar el chaleco hidrostático en el agua, la boquilla o la válvula deben estar siempre por encima del resto del chaleco.
2. Después de una inmersión no sólo debemos enjuagar con agua dulce el exterior sino también el interior del chaleco.
3. Cuando guardamos el chaleco debe estar bien seco y parcialmente inflado.

## **CUESTIONARIO**

**12** - *La flotación varía con la profundidad y debe ser corregida inflando o desinflando el chaleco.*

- A.- Verdadero
- B.- Falso

**13** - *Para sacar el aire del chaleco es necesario que la salida del aire se encuentre más alta, a menos presión.*

- A.- Verdadero
- B.- Falso

**14** - *Cuando vaciamos o llenamos de aire el chaleco para conseguir una flotabilidad neutra, la reacción es inmediata.*

- A.- Verdadero
- B.- Falso

\* RESPUESTAS AL FINAL DEL LIBRO

# Colocación cincha en hebilla





## CAPÍTULO 4

# LAS LIMITACIONES POR RESPIRAR AIRE A MÁS DE UNA ATMÓSFERA DE PRESIÓN

Cuando nos sumergimos y respiramos con la escafandra autónoma seguimos respirando aire, pero como lo hacemos a una presión diferente a la atmosférica sus componentes se disuelven de forma distinta en la sangre. El aumento de la presión durante el descenso y su disminución en el ascenso alteran la concentración normal de los componentes del aire que están disueltos en la sangre y en los tejidos, pudiendo provocar consecuencias nocivas para el buceador. Como veremos en este capítulo, si la inmersión transcurre dentro de unos determinados márgenes de profundidad y tiempo, y sobre todo si realizamos el ascenso lentamente, reduciremos al mínimo todos los riesgos.

## ¿CÓMO AFECTAN LOS CAMBIOS DE PROFUNDIDAD (PRESIÓN) A LA RESPIRACIÓN DEL BUCEADOR?

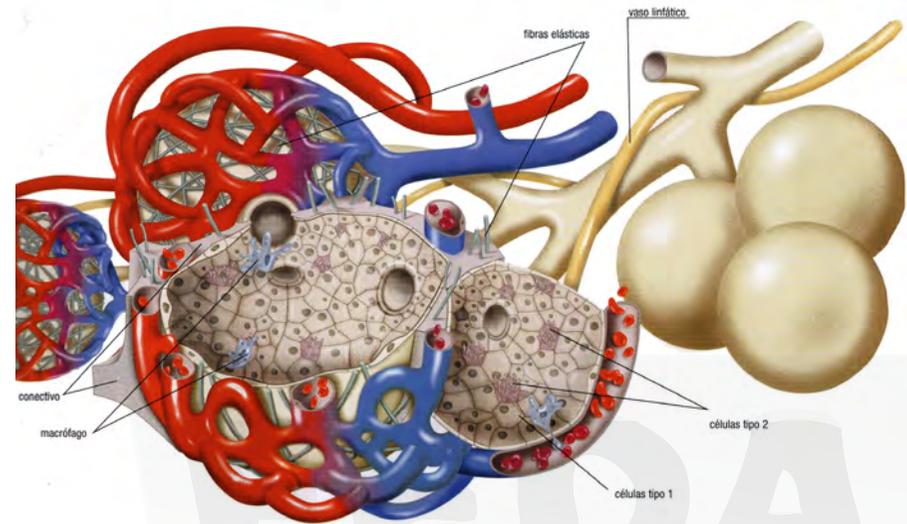
### VAMOS A CONOCER

1. *Cómo se comportan los diferentes componentes del aire en la respiración.*
2. *Cómo cambia ese comportamiento en el descenso y en el ascenso durante una inmersión.*
3. *Los límites de profundidad que se establecen para bucear de una forma segura con aire.*
4. *Cómo se produce una sobresaturación crítica de nitrógeno.*

### **Los componentes del aire se comportan de forma diferente**

El aire que respiramos es una mezcla de gases entre los que destacan por su concentración y actividad biológica el oxígeno (O<sub>2</sub>), el dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) y el nitrógeno (N<sub>2</sub>).

El resto de los componentes (Ar, Ne, Xe, CO, NO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O...) se encuentran en una proporción insignificante o son completamente inactivos biológicamente y no los vamos a tener en cuenta.



El aire llega a los alveolos pulmonares y allí algunos de sus componentes pasan y se disuelven en la sangre. Además, algunos componentes que vienen disueltos en la sangre pasan en forma de gas al aire del alveolo.

Es decir que en cada alveolo no solo se produce un intercambio de moléculas entre el aire y la sangre sino que, además, se produce en ellas un cambio de estado: de gas a líquido y viceversa.

Analizando la diferencia que existe entre la composición del aire inspirado y del aire espirado (gráfico 1 y 2), se comprueba que el oxígeno se gasta en las células y por ese motivo, aunque esté constantemente pasando desde el aire del alveolo a la sangre, en el aire espirado su concentración se reduce aproximadamente a un 16 %. Además, la sangre trae constantemente  $\text{CO}_2$  porque lo producen las células y pasa en forma de gas al aire del alveolo, aumentando su concentración en el aire espirado.

La sangre se encarga, utilizando una red cerrada de vasos impermeables (arterias y venas) y permeables (capilares), de distribuir y recoger el oxígeno y el  $\text{CO}_2$ , igual que hace con los nutrientes y los desechos de las células.

La misión de la sangre es que los tejidos y el medio interno que envuelve cada célula tengan siempre la justa concentración de lo que necesitan y estén limpios de residuos. Por tanto, otro lugar donde se van a producir importantes intercambios es entre los capilares y el medio interno, es decir, entre los capilares y la sustancia intercelular de los tejidos.

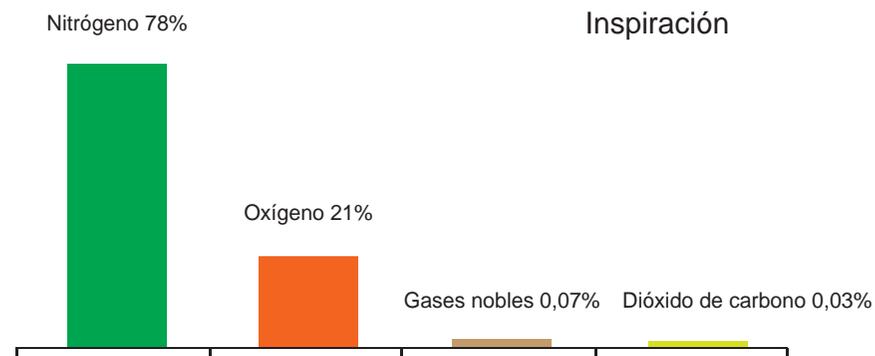


Gráfico 1

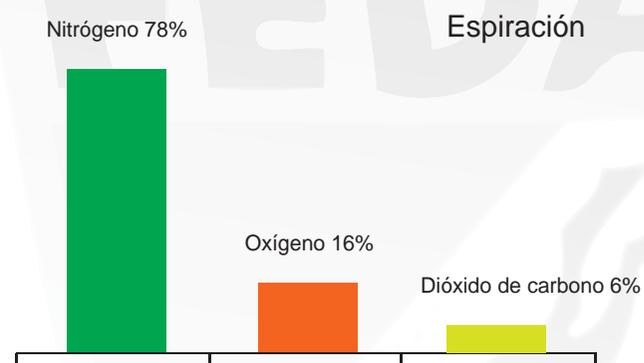


Gráfico 2. Composición aire inspirado y espirado.

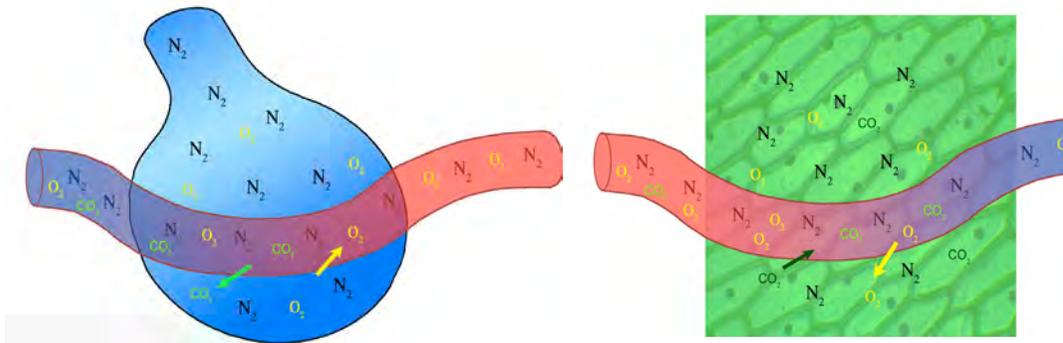


Gráfico 3

Gráfico 4

Podríamos comparar nuestro sistema circulatorio con una gran red de ferrocarriles donde existe una estación central (los alveolos) y miles de apeaderos (los capilares en el resto de los tejidos).

Aunque no se produzcan cambios de la concentración de nitrógeno en el aire espirado con respecto al inspirado, el nitrógeno está ahí y con una concentración muy superior a todos los demás componentes del aire. En cualquier gota de sangre o en cualquier rincón de tejido hay cuatro veces más nitrógeno que oxígeno.

El nitrógeno no se consume ni se produce en las células; no se utiliza en ninguna de las reacciones orgánicas que en

ellas se realizan. La gran concentración que hay de este compuesto se debe a la que ya existe en el aire de nuestra atmósfera.

Siguiendo con el símil de la red ferroviaria, podríamos decir que apenas se suben y se bajan viajeros (moléculas) de nitrógeno de los trenes, así que no cambia su concentración en los tejidos. Pero tanto la estación central (alveolos) como los apeaderos (tejidos) tienen sus andenes abarrotados de este

tipo de viajeros, y el día que decidan subirse a los trenes vamos a tener problemas de tráfico. Eso es lo que ocurre cuando nos metemos bajo el agua y empieza a aumentar la presión externa.

### **La “comodidad” de las moléculas de $N_2$ , $O_2$ y $CO_2$ en el aire, en la sangre y en los tejidos**

En los intercambios que se producen a nivel alveolar o en los tejidos, lo que es determinante para que se suban o se bajen los viajeros no es la permeabilidad de las membranas que tienen que atravesar sino dónde se encuentran más cómodos: subidos al tren o paseando por el andén.

Ese grado de incomodidad de las moléculas en un medio o en otro se debe a las **presiones parciales** que tienen en ellos.

En nuestro símil, las presiones parciales son una medida del grado de incomodidad que siente cada compuesto en una zona; las moléculas se desplazan siempre desde una zona de alta presión parcial (más incómoda) a otra de menor presión parcial (menos incómoda).

Hablar del grado de comodidad de las moléculas no es muy riguroso según las leyes de los gases, pero sí que puede servirnos para entender su comportamiento de una forma más intuitiva.

Recordemos que los tejidos donde se encuentran las células pueden ser de diferente tipo: conjuntivo, nervioso, cartilaginoso, adiposo, epitelial, óseo... y que podemos considerarlos como fluidos de más o menos viscosidad.

Así, cuando un compuesto se disuelve o pasa a la sangre o a un tejido es porque allí se encuentra más “cómodo”, es decir, tiene menor presión parcial. En ese caso decimos que la sangre o el tejido está insaturado. Es el caso del oxígeno cuando pasa del aire del alveolo a la sangre y de ésta a los

tejidos. El oxígeno va pasando de un lugar de mayor presión parcial a otro de menor que está insaturado.

Si no hay paso de un medio a otro es porque las presiones parciales en uno y en otro medio son iguales, se está igual de cómodo en un lugar que en otro. Ese es el caso del nitrógeno, que no se disuelve en la sangre ni a su paso por los tejidos ni en el alveolo.



Pero si el compuesto, como es el caso del dióxido de carbono, escapa del líquido al aire es porque tiene mayor presión parcial en la sangre que en el aire. Entonces decimos que la sangre está sobresaturada de  $\text{CO}_2$ .

¿Cómo podemos conocer el valor de las presiones parciales? Pues de manera diferente si estamos hablando de una mezcla de gases (aire) o de una disolución líquida (la sangre o los tejidos) y esto explica las diferencias que se van a producir, por ejemplo, a un lado y otro del alveolo.

### Presiones parciales en el aire

En la mezcla de gases del aire, la presión parcial de cada uno de sus componentes ( $\text{N}_2$ ,  $\text{O}_2$  y  $\text{CO}_2$ ) **es proporcional a la presión a la que está todo el aire (presión externa) y a la concentración que tiene ese compuesto en la mezcla (en tanto por uno)**. En la tabla 2 podemos observar las diferencias que hay entre las presiones parciales de  $\text{N}_2$ ,  $\text{O}_2$  y  $\text{CO}_2$  en el aire atmosférico.

Tiene mayor presión parcial el nitrógeno porque tiene mayor concentración (0,79).

Aire	Oxígeno			Dióxido de carbono			Nitrógeno		
	Presión abs.	%	Presión parcial	Presión abs.	%	Presión parcial	Presión abs.	%	Presión parcial
Atmosférico	1 atm	20,94	0,2094 atm	1 atm	0,04	0,0004 atm	1 atm	79,02	0,7902 atm

Tabla 2. Presiones parciales de los gases respiratorios en la atmósfera

Si el aire no cambia de composición, **solo las variaciones de la presión externa** producirán cambios en las presiones parciales de sus componentes en los alveolos.

### Presiones parciales en la sangre y en los tejidos

Cuando el compuesto está disuelto en la sangre o en la sustancia intercelular, su presión parcial (**también llamada tensión**) es proporcional a su concentración en la disolución y a una constante K (Constante de solubilidad, que depende del compuesto, del disolvente y de la temperatura).

Consideramos que la temperatura no cambia de forma notoria y la K refleja lo “hospitalario” que puede ser cada tejido con el compuesto que se va a disolver.

**Aunque cambie la presión externa, en la sangre y en los tejidos las presiones parciales de  $\text{N}_2$ ,  $\text{O}_2$  y  $\text{CO}_2$  no cambian.**

Las presiones parciales en los líquidos (las tensiones) solo cambian cuando cambia la concentración del compuesto disuelto.

En la analogía que se ha utilizado del modelo ferroviario, los viajeros en el andén de la estación central (mezcla de gases) sentirán un grado de incomodidad proporcional a su concentración (si hay muchos o pocos) y a la presión externa. En el interior de los trenes y en los apeaderos secundarios (disoluciones líquidas) se sentirán incómodos en función de los que allí estén (concentración) y de su constante K.

Si la presión parcial en la estación central es mayor que en el interior de los trenes los viajeros se suben a ellos, y si es menor se bajan (ocurrirá lo mismo en el resto de los andenes). El gradiente de presión parcial es el que determina las voluntades de los viajeros.

Observamos que las moléculas de nitrógeno en la estación central no se suben ni se bajan de los trenes y deducimos que la presión parcial en el andén es la misma que en el vagón. A medida que aumenta la presión externa en la estación central (recordemos que es el aire del alveolo), las moléculas de nitrógeno empiezan a subirse al tren. Después de un

rato observamos que cada vez se suben menos y llega un momento en que no lo hace ninguna más. ¿Qué ha pasado?

La explicación es sencilla: al subirse las moléculas de nitrógeno al tren ha aumentado su concentración dentro y, por tanto, la presión parcial. Si la presión parcial dentro del tren sigue aumentando, llegará un momento en que se igualará a la del andén y las moléculas de nitrógeno se sentirán igual de incómodas en el tren que en el andén, así que ya no se suben más. La estación vuelve a estar en calma y el tren se comporta como una disolución saturada.

¿Qué ocurriría si, una vez que se ha restablecido la calma, la presión externa sobre la estación disminuyera rápidamente? Un gran número de moléculas de nitrógeno abandonarían rápidamente el tren, abandonarían la disolución que ahora se ha convertido en sobresaturada y se precipitarían al andén. ¿Hasta cuándo? Hasta que se vuelvan a igualar las presiones parciales.

### ***Descendemos***

Ya hemos visto que el regulador nos da aire a la presión ambiente según la profundidad a la que nos encontramos. Por

este motivo, desde el momento en que iniciamos el descenso la presión en los alveolos empieza a aumentar.

Al descender, se favorece el paso de las moléculas que estaban en fase gaseosa a la sangre y se frena a las que llevaban el camino inverso. Es decir, el oxígeno y el nitrógeno se van a disolver más en la sangre y el  $\text{CO}_2$  va a ver frenado su paso de la sangre al aire del alveolo. En los tres casos es porque ha aumentado su grado de incomodidad en el aire del alveolo.

Debido a la baja concentración que hay de  $\text{CO}_2$  en el aire atmosférico, aunque aumente la presión exterior su presión parcial en el alveolo casi no varía y sigue siendo mayor en la sangre. Por esta razón no lo vamos a tener en cuenta.

En la tabla 3 podemos ver las consecuencias para las presiones parciales del oxígeno y del nitrógeno cuando nos sumergimos, por ejemplo, a 20 m.

Para el oxígeno, la presión parcial en el aire será mayor que antes y las moléculas se “subiran al tren de la sangre” con más motivos. Al llegar a los apeaderos de los tejidos, ese tren se encontrará con “andenes más cómodos” y se bajaran en mayor medida que antes.

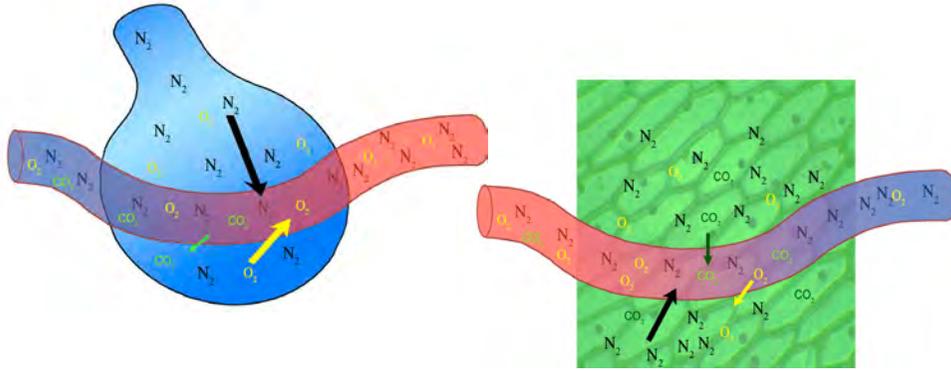
Para el nitrógeno, al aumentar la diferencia de presiones parciales en la estación central, sus moléculas viajeras se subirán a los vagones, que se llenarán de este tipo de viajeros aumentando dentro de los vagones su presión parcial. Cuando lleguen a los diferentes apeaderos, se bajaran para pasear más cómodos por los andenes de los tejidos, donde la presión parcial todavía será menor.

Los datos de esta tabla 3 solo son ciertos en el momento de llegar a los 20 m. A medida que pasa el tiempo, la concentración de los compuestos que se están disolviendo aumenta y su presión parcial también. ¿Hasta cuando? Hasta que la sangre se sature y se equilibren las presiones parciales.

	Oxígeno			Nitrógeno		
	Presión	Concentración	P. parcial	Presión	Concentración	P. parcial
En el alveolo	0,93 atm	14,2	0,13 atm	0,93 atm	80,3	0,75 atm
A 20 m	2,79 atm	14,2	0,40 atm	2,79 atm	80,3	2,24 atm
Sangre venosa	—	—	0,13 atm	—	—	0,75 atm

Tabla 3.

Mientras tanto, las moléculas viajeras de nitrógeno seguirán su recorrido hacia todos los tejidos del cuerpo del buceador.



***Durante el descenso, el oxígeno y el nitrógeno se disuelven más en la sangre y..***

Aunque parezca sorprendente, una mayor disolución de oxígeno en la sangre puede producir una intoxicación grave. Sin embargo, podemos estar tranquilos porque esto empieza a ocurrir cuando la presión exterior llega a las 6,6 atm, es decir, a partir de 56 m de profundidad. **Los 56 m de profundidad son el límite razonable para utilizar aire como mezcla respirable en el buceo (con la concentración del 21 % de O<sub>2</sub>).**

También una mayor disolución del nitrógeno puede producir consecuencias. **A partir de los 30 m de profundidad respirando aire, puede tener efectos narcóticos.** Sus síntomas

de confusión mental y dificultad motriz son parecidos a los que produce el alcohol. En un estado de esas características no son aconsejables muchas actividades, tampoco el buceo.

Ese es el motivo de las limitaciones de profundidad que se establecen para los buceadores con poca experiencia, hasta que sepan reconocer los síntomas de este tipo de narcosis.

También se pueden evitar estas narcosis utilizando para bucear las denominadas mezclas NITROX, que es aire al que se le ha incrementado la concentración de oxígeno y se ha reducido la de nitrógeno. Al respirar esa mezcla, será menor la disolución de nitrógeno en la sangre y los tejidos.

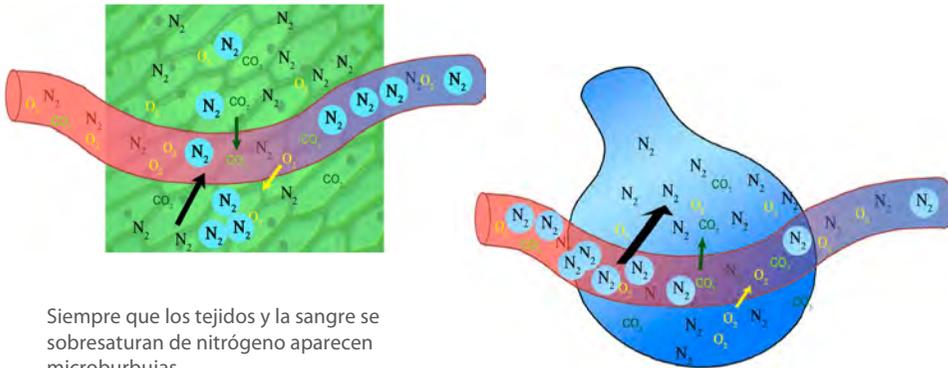
Para conocer las ventajas de las mezclas Nítrox y aprender a utilizarlas, tendrás que esperar a finalizar este curso. Después ya podrás realizar la especialidad correspondiente de Buceo con Nítrox.

### **Ascendemos**

Si ascendemos después de un tiempo de carga de los tejidos, algunos gradientes de presión pueden invertirse por dos motivos. Primero, porque las presiones parciales de los

componentes del aire en los alveolos caerán rápidamente al disminuir la presión exterior. Y, en segundo lugar, porque durante el tiempo de permanencia en el fondo algunos tejidos se habrán cargado especialmente de nitrógeno (recordemos que aunque el oxígeno se diluya se consume por las células). Este aumento de la concentración de nitrógeno supone un aumento de su presión parcial en los tejidos y puede ocurrir que al ascender supere al valor de su presión parcial en el aire.

Comienza el recorrido inverso. Las moléculas de nitrógeno empiezan a bajarse de los trenes en la estación principal y a subirse en los apeaderos periféricos, donde ahora los trenes llegan menos ocupados y son más cómodos.



Siempre que los tejidos y la sangre se sobresaturan de nitrógeno aparecen microburbujas.

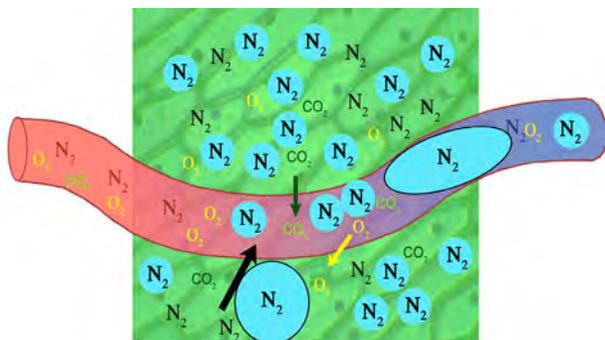
Siempre que ascendemos se produce la sobresaturación de la sangre y de algunos tejidos por el nitrógeno. En aquellos tejidos que por su constante de solubilidad han permitido disolverse en ellos más nitrógeno, sus moléculas empiezan a encontrarse muy incómodas.

En principio, como el nitrógeno es un compuesto que no se utiliza por el organismo cabría pensar que ese exceso de nitrógeno no va a tener consecuencias. Pero no es así. La sobresaturación no solo repercute en la dirección en que van a viajar las moléculas de nitrógeno, sino también en cómo lo van a hacer. Las ganas de abandonar la fase líquida provocan un estado de “irritabilidad” de esas moléculas que hace que se hacen y formen pequeños núcleos de gas en cualquier parte, o sea, que formen **microburbujas**.

Esta situación es muy parecida a la de los refrescos con burbujas. Su proceso de fabricación consiste en disolver  $\text{CO}_2$  en el líquido a presiones mayores que la atmosférica y cerrarlos herméticamente. Cuando se les quita el tapón, la presión exterior es menor y la disolución queda sobresaturada; entonces aparecen las microburbujas que suben hacia la superficie de separación entre el líquido y el aire.

De igual forma que el  $\text{CO}_2$  en las burbujas del refresco, las moléculas de nitrógeno viajarán hacia el aire, en este caso hacia los alveolos, en forma gaseosa dentro de las microburbujas. Desde allí se expulsarán en el aire exhalado sin crear ningún problema.

Pero si se acumulan en alguna zona de los tejidos o del sistema circulatorio y se fusionan, formarán burbujas de mayor tamaño, **macroburbujas**, que sí que pueden tener consecuencias nocivas para el organismo del buceador



Las macroburbujas pueden obstruir los vasos sanguíneos (trombos) o realizar presiones mecánicas sobre el sistema nervioso, dando lugar a lo que llamamos un accidente de descompresión.

¿Cuándo aparecen las macroburbujas? Cuando los gradientes de presión parcial de nitrógeno son muy grandes, es decir, las diferencias de presión parcial entre los tejidos y la sangre o entre la sangre y el aire de los alveolos son muy grandes. A este grado de sobresaturación con los gradientes de presión parcial que provocan la aparición de macroburbujas lo denominamos **sobresaturación crítica**.

Se observa algo parecido cuando antes de abrir un refresco lo agitamos. Con eso aumentamos las presiones parciales de  $\text{CO}_2$  y al quitar el tapón el gradiente de presiones parciales es mayor y produce un aumento del número de burbujas y de su tamaño que hace que el refresco se derrame.

Tenemos dos opciones para **impedir que ocurra la sobresaturación crítica**:

**A.** Intentar que la presión parcial de nitrógeno en el aire no se reduzca de forma brusca y se encuentre muy por debajo de la presión parcial en la sangre y los tejidos. Se trata de que la disminución de la presión externa sea lenta para que vaya dando tiempo a que la presión parcial de nitrógeno en la sangre y los tejidos se reduzca también.

Como norma de seguridad, estableceremos una velocidad límite de ascenso de 9 m/min.

**B.** No permitir que durante la inmersión se disuelva en los tejidos tal cantidad de nitrógeno que, a pesar de subir respetando la velocidad límite, provoque una sobresaturación crítica. Esto se consigue controlando la profundidad a la que se está y el tiempo. Es lo que se denomina **bucear bajo la curva de seguridad** y que explicaremos en el próximo capítulo.

Si se rebasa la curva de seguridad, la probabilidad de que en el ascenso se produzca una sobresaturación crítica será muy alta. En ese caso decimos que el buceador ha entrado en descompresión, porque no puede subir directamente a la superficie sino que tiene que ir parando unos minutos a determinadas profundidades. Es decir, deberá hacer **paradas de descompresión**, según le indique un ordenador de buceo o unas tablas.

Entrar en descompresión es una situación de alto riesgo porque aumenta la probabilidad de alcanzar la sobresaturación crítica (aunque realicemos las paradas de descompresión) y hace máxima esa probabilidad si por algún motivo se interrumpen u omiten esas paradas.

Un buceador 1 Estrella no debe entrar nunca en descompresión porque no tiene atribuciones para ello ni la formación y experiencia necesarias.



Buceando con un ordenador hay que estar pendientes del tiempo que resta para no entrar en DECO e iniciar el ascenso a tiempo.

## NO DEBEMOS OLVIDAR

1. El aire que respiramos es una mezcla de gases que contiene fundamentalmente  $O_2$ ,  $N_2$  y  $CO_2$ .
2. La presión parcial en la mezcla gaseosa del aire del  $O_2$ ,  $N_2$  y  $CO_2$  es proporcional a su concentración y a la presión externa.
3. La presión parcial (tensión) en la sangre o en un tejido que soportan las moléculas disueltas de  $O_2$ ,  $N_2$  y  $CO_2$  es proporcional a la concentración de ese compuesto.
4. El gradiente de presiones parciales entre dos medios de un determinado compuesto ( $O_2$ ,  $N_2$  y  $CO_2$ ) es lo que determina que se disuelva (insaturación), que no se disuelva (saturación) o que pase del líquido al gas (sobresaturación) formando microburbujas.
5. En la superficie la sangre está saturada de nitrógeno.
6. Al descender, la sangre se encuentra insaturada de nitrógeno y oxígeno, que se estarán disolviendo en ella.
7. El nitrógeno es el componente del aire que más se va a disolver porque es el que más presión parcial soporta y, además, como no se utiliza queda almacenado en los tejidos en gran cantidad.
8. El descenso a profundidades superiores a los 30 m puede provocar que la cantidad de nitrógeno disuelta produzca unos efectos sobre nuestro organismo que denominamos "narcosis", que sólo los buceadores con experiencia pueden reconocer y contrarrestar.

9. El descenso a profundidades superiores a los 56 m puede provocar que la cantidad de oxígeno disuelto sea tóxica para nuestro organismo.
10. En el ascenso, si el gradiente de presiones parciales de nitrógeno entre un tejido y la sangre o la sangre y el aire alveolar supera un valor límite, se producirá una sobresaturación crítica y aparecerán las macroburbujas que dan lugar a la enfermedad descompresiva.
11. Para evitar que la sobresaturación de nitrógeno en los tejidos y la sangre sea crítica, debemos ascender SIEMPRE sin rebasar una velocidad límite de 9 m/min y realizar una inmersión bajo la curva de seguridad.

### CUESTIONARIO

1 - En un tejido saturado de nitrógeno se está disolviendo nitrógeno gaseoso en el líquido.

- A.- Verdadero
- B.- Falso

2 - Los componentes del aire se encuentran en él en la misma proporción.

- A.- Verdadero
- B.- Falso

\* RESPUESTAS AL FINAL DEL LIBRO

**3 - El nitrógeno del aire no es utilizado por el organismo.**

- A.- Verdadero
- B.- Falso

**4 - Cuando la sangre está sobresaturada de  $CO_2$ , es porque la presión parcial del  $CO_2$  en la sangre es mayor que su presión parcial en el aire alveolar.**

- A.- Verdadero
- B.- Falso

**5 - Debido a que el nitrógeno es el gas con más concentración en el aire, en el descenso es el componente que más se disuelve.**

- A.- Verdadero
- B.- Falso

**6 - Los síntomas de la narcosis solo pueden aparecer a partir de los 56 m por una intoxicación de nitrógeno.**

- A.- Verdadero
- B.- Falso

**7 - El oxígeno es tóxico a partir de los 30 m.**

- A.- Verdadero
- B.- Falso

**8 - Siempre que ascendemos la sangre se encuentra sobresaturada de nitrógeno.**

- A.- Verdadero
- B.- Falso

**9 - El grado de sobresaturación depende de la cantidad de nitrógeno que tengamos en exceso y de la velocidad con la que subamos.**

- A.- Verdadero
- B.- Falso

**10 - Las microburbujas no producen la enfermedad descompresiva, pero pueden favorecerla.**

- A.- Verdadero
- B.- Falso

**11 - ¿Por qué es una situación de alto riesgo tener un exceso de nitrógeno que nos obligue a ascender haciendo paradas para evitar la sobresaturación crítica?**

- A.- Porque aumenta la probabilidad de alcanzar la sobresaturación crítica aunque subamos haciendo paradas
- B.- Porque en caso de interrupción de esas paradas la probabilidad de sufrir la enfermedad descompresiva es máxima
- C.- Porque podemos sufrir una narcosis
- D.- Son ciertas A y B

**12 - Si queremos subir de 20 m a 3 m de profundidad, ¿cuánto tiempo debemos tardar como mínimo?**

- A.- Sólo está limitado el tiempo máximo
- B.- 1,5 minutos
- C.- 2 minutos
- B.- 3 min

\* RESPUESTAS AL FINAL DEL LIBRO

## PARA INCREMENTAR NUESTRA SEGURIDAD

### VAMOS A CONOCER

- 1. Por qué debemos realizar un solo descenso y un solo ascenso durante la inmersión.*
- 2. Qué factores pueden dificultar la eliminación del nitrógeno.*
- 3.Cuál es el límite de velocidad en el ascenso establecido para que no se produzca una sobresaturación crítica y para reducir el número de microburbujas.*
- 4. Qué tenemos que hacer en el caso de que superemos ese límite.*

### **Un solo descenso y ascenso**

Para conocer cómo se realiza el intercambio de moléculas en el alveolo, la sangre y los tejidos, hemos considerado que sobre el buceador se produce un aumento de presión hasta un valor máximo (al descender hasta el fondo), que permanece en esa situación un tiempo y, por último, que se reduce la presión al ascender lentamente hasta la superficie.

¿Qué ocurre si, por ejemplo, un buceador desciende hasta los 20 m, permanece allí 15 minutos, asciende hasta los 10 m, vuelve a bajar a los 20 m y finalmente asciende hasta la superficie?



En el primer ascenso hasta los 10 m subirá con la sangre y algunos tejidos sobresaturados. Al detenerse y volver a descender, el gradiente (la diferencia) de presión parcial se invierte y la sangre no eliminará el nitrógeno que tiene en exceso, sino que continuará disuelto, pasará por los alveolos sin salir de la sangre y se distribuirá de nuevo por todo el



organismo. El paso de las microburbujas por los alveolos sin que se eliminen de forma efectiva aumentará su número y en el siguiente ascenso favorecerá que haya mas.

Si debido a la profundidad y al tiempo de inmersión aparecen muchas microburbujas en el primer ascenso y/o si las subidas y bajadas se repiten más veces, entonces aumentará la

probabilidad de la aparición de macroburbujas en el último ascenso.

Por este motivo, en el próximo capítulo veremos cómo debemos realizar la inmersión según la orografía del fondo para evitar esas recompresiones.

### ***Factores que dificultan la eliminación del nitrógeno***

De la eficacia de los sistemas circulatorio y respiratorio del buceador depende que el intercambio de moléculas de los componentes del aire en la sangre y los tejidos se realice según lo previsto.

Por tanto, una alteración del funcionamiento normal de estos sistemas puede justificar que no sea recomendable la inmersión (si la alteración es grave) o que se adopten medidas para reducir sus consecuencias si las alteraciones son leves.

Es necesario **vigilar nuestro estado de salud pasando revisiones médicas periódicas, tener conductas saludables evitando el alcohol, el tabaco u otras drogas, y ser conscientes de la influencia que puede tener la edad, la obesidad y el estado físico en nuestro rendimiento deportivo.**

También hay otros factores que pueden alterar el funcionamiento de nuestros sistemas circulatorio y respiratorio y que no dependen de ellos. Nos referimos a **factores externos como la temperatura y el esfuerzo físico**.

Los cambios de temperatura provocan que nuestro organismo reaccione y realice una termorregulación que altera el funcionamiento normal de nuestro sistema circulatorio. Hay que tener en cuenta esta alteración en el buceo.

También hay que considerar los efectos del cansancio y de la pérdida del ritmo respiratorio. Durante el buceo no suele ser necesario, un gran esfuerzo físico, pero si por algún motivo se realiza hay que tener en cuenta que, además de la producción de una cantidad mayor de  $\text{CO}_2$ , la dificultad de respirar por el regulador reduce la ventilación pulmonar, aumenta el “sofoco” y altera aun más el intercambio de gases en la respiración.

**La presencia de alguno de estos factores de riesgo nos obligará, tal como veremos en el próximo capítulo, a tomar medidas para garantizar nuestra seguridad.**

### ***Control de la velocidad de ascenso***

Tal como hemos visto, si el ascenso es muy rápido puede producirse una sobresaturación crítica, con la aparición de macroburbujas.

Cuanto más lento sea el ascenso, menos microburbujas aparecerán y más se eliminarán a su paso por los alveolos.

Experimentalmente se ha comprobado que cuando la disminución de presión se realiza a una **velocidad de ascenso**



**menor a 9 m/min**, se reduce de forma notable el número de burbujas que pasan de los tejidos al sistema venoso.

En general, subiremos más despacio si lo hacemos entretenidos mientras observamos el fondo, pero si queremos ajustar nuestra velocidad a ese límite podemos ayudarnos de la alarma de un ordenador o, por ejemplo, ir subiendo de dos en dos metros y comprobando que hemos tardado 15 segundos en hacerlo.

¡Atención! Pueden surgir incidentes que nos impidan controlar la velocidad, como el estrés, la falta de aire o la pérdida del control de la flotabilidad. En esos momentos la presencia de nuestro compañero de inmersión y la comunicación con él pueden ser imprescindibles.

### ***¿Qué hacemos si en algún momento superamos esa velocidad de ascenso?***

Vamos a considerar dos situaciones diferentes que requieren dos respuestas también distintas.

La primera se produce si superamos la velocidad de ascenso entre dos cotas de profundidad sin haber llegado a la superfi-

cie. Entonces, para corregirlo, nos detenemos y **esperamos el tiempo que deberíamos haber tardado en llegar a esa profundidad**.

Por ejemplo, hemos ascendido desde 20 m a 7 m en medio minuto, pero deberíamos haberlo hecho en un minuto y medio si hubiéramos respetado la velocidad de ascenso de 9 m/min. En este caso deberemos esperar durante un minuto a 7 m. En cambio, volver a descender sería realizar una segunda recompresión, opción que ya hemos visto que no es recomendable.

Hay que entender que esta corrección es una medida para una situación excepcional y no es un procedimiento al que debamos recurrir continuamente.

La segunda situación se produce cuando con una velocidad de ascenso superior a 9 m/min... ¡llegamos a la superficie! Ya no podemos corregirlo y **no debemos volver a sumergirnos. Permaneceremos en observación por lo menos durante una hora en un lugar donde puedan prestarnos los primeros auxilios con soporte vital básico y administración de oxígeno**. Y no volveremos a sumergirnos hasta pasadas por lo menos 12 horas.

## DESPUES DE LA INMERSIÓN

### VAMOS A CONOCER

1. *Qué sucede en nuestro organismo después de la inmersión y cómo debemos comportarnos.*
2. *Cuáles son los signos y síntomas de la enfermedad descompresiva..*
3. *Cuál es el tratamiento de la enfermedad descompresiva.*

### **Salimos del agua y la sobresaturación continúa...**

Todo el nitrógeno que se ha acumulado en nuestros tejidos durante la inmersión, no se consigue eliminar durante el ascenso por muy lento que se realice. Serán necesarias hasta 24 horas mientras seguimos eliminando el nitrógeno, pasando microburbujas por los alveolos, porque todavía siguen algunos tejidos sobresaturados.

Hay que tenerlo en cuenta para que nuestra actividad fuera del agua no dificulte la eliminación de esas microburbujas. En función de cómo hayamos realizado la inmersión, veremos las medidas que debemos adoptar.

### ***La enfermedad por descompresión***

Ya conocemos las consecuencias de la sobresaturación crítica de nitrógeno: la aparición en la sangre y en los tejidos de macroburbujas. ¿Qué problemas pueden provocar esas macroburbujas? En principio, pueden causar dos tipos de efectos:

- I. Actuar como “tapón” en el sistema circulatorio, produciendo embolias.
- II. Provocar lesiones mecánicas por la presión que ejercen en el interior de algunos tejidos.

La gravedad de las lesiones estará en función del lugar donde aparezcan, de su número y del tiempo que estén actuando.

A pesar de que la probabilidad de que un B1E sufra una enfermedad descompresiva (ED) es muy baja, es conveniente que sepas reconocerla.

Vamos a distinguir entre los signos que son manifestaciones de la ED que todos observamos y los síntomas que son manifestaciones de la ED que sólo puede identificar el paciente.

### Signos:

- Erupción y manchas en la piel
- Debilidad muscular
- Postración
- Cambios en la personalidad
- Pupilas asimétricas
- Trastornos del habla
- Tos o respiración entrecortada
- Colapso o pérdida del conocimiento

### Síntomas:

- Picor
- Dolor de articulaciones y de miembros
- Fatiga inusual
- Hormigueos, entumecimiento o parálisis de las extremidades
- Dolor torácico
- Trastorno audición
- Incontinencia de la orina o incontinencia del recto
- Dolor de cabeza, mareo, náuseas

La aparición de estos signos y síntomas no tiene por qué ser inmediata. Suelen aparecer entre los 20 minutos y las 2 horas después de la inmersión, pero también es posible que aparezcan varias horas después.

**El único tratamiento es la administración de oxígeno puro a 1 atm y el traslado rápido a un centro sanitario con cámara hiperbárica, donde se pueda recomprimir al accidentado y tratar las posibles lesiones que se le hayan producido.**

En el caso de que el accidentado se encuentre consciente, es muy importante administrarle líquidos como agua sin gas.

### CUESTIONARIO

**13 - La velocidad de ascenso de 9 m/min además de evitar la sobresaturación crítica reduce el número de microburbujas.**

- A.- Verdadero
- B.- Falso

**14 - Si subimos desde 10 m de profundidad hasta la superficie en 10 segundos, ¿qué debemos hacer?**

- A.- Repetir la subida más despacio
- B.- No sumergirse y permanecer en observación sin realizar más inmersiones ese día
- C.- Esperar allí 50 segundos y seguir con la inmersión

**15 - Si subimos desde 20 m a 11 m en 10 segundos, ¿qué debemos hacer?**

- A.- Repetir la subida más despacio
- B.- No sumergirse y permanecer en observación sin realizar más inmersiones ese día
- C.- Esperar allí 50 segundos y seguir con la inmersión

\* RESPUESTAS AL FINAL DEL LIBRO

**TABLA 1. LIMITES DE TIEMPO Y COEFICIENTES DE SALIDA  
UNIDAD MÁXIMA**

TIEMPO EN EL FONDO													
15	25	40	50	60	80	100	120	140	160	190	220	270	300
15	25	30	40	50	70	80	100	110	130	150	170	200	230
10	15	25	30	40	50	60	70	80	90	100	110	130	150
10	15	20	25	30	40	50	55	60	70	80	90	100	110
10	15	20	25	30	35	40	45	50	60	70	80	90	100
10	15	20	25	30	35	40	45	50	60	70	80	90	100

## CAPÍTULO 5

### PLANIFICACIÓN Y CONTROL DE LAS INMERSIONES

En este capítulo conoceremos cómo bucear lejos del riesgo de la sobresaturación crítica de nitrógeno, es decir, cómo bucear sin rebasar la curva de seguridad. ¿Cuánto tiempo podemos permanecer en la inmersión? ¿Cómo debe ser el recorrido que hagamos? ¿Cómo podemos controlar la inmersión todo el grupo de buceadores? Aunque siempre vayas a bucear con un B3E o con un B2E con experiencia haciendo las funciones de guía del grupo, no es motivo para que tú no sepas las respuestas.

## BUCEAR SIN SUPERAR LOS LÍMITES

### VAMOS A CONOCER

1. *Qué es la curva de seguridad.*
2. *Tipos de inmersiones que podemos realizar.*
3. *Definición de los términos que se van a utilizar.*
4. *Factores de riesgo.*

### **La curva de seguridad**

Al sumergirnos, la sangre y los tejidos se encuentran insaturados de nitrógeno. Comienza, por tanto, la disolución del nitrógeno, que se irá acumulando en los tejidos de forma peligrosa para el ascenso.

Ya sabemos que uno de los motivos que puede producir una sobresaturación crítica es la velocidad de ascenso. Por eso no debemos superar los 9 m/min durante toda la inmersión y especialmente en el ascenso final.

Pero también sabemos que subir despacio no es suficiente. **La cantidad de nitrógeno acumulada en los tejidos puede ser tanta que nos obligue en el ascenso a ir deteniéndonos para eliminarlo, realizando las denominadas pa-**

**radas de descompresión.** En ese caso nos encontraremos “atrapados”, sin poder salir del agua hasta que no cumplamos el plan de ascenso, con la incertidumbre de si tendremos o no aire para cumplirlo y de que cualquier complicación aumentará los tiempos de esas paradas.

¿Cómo evitamos esta situación? No llegando a tener esa cantidad crítica de nitrógeno disuelta en los tejidos.

Recordemos que, al ir descendiendo, en el aire que respiramos aumenta la presión parcial de nitrógeno y su diferencia con la tensión de nitrógeno en la sangre. Como consecuencia, mayor será la velocidad con la que pasa de los alveolos a la sangre y de ésta a los tejidos. Por ejemplo, si descendemos a 10 m la velocidad con que se diluye el nitrógeno es mayor que a 5 m, pero menor que a 20 m.

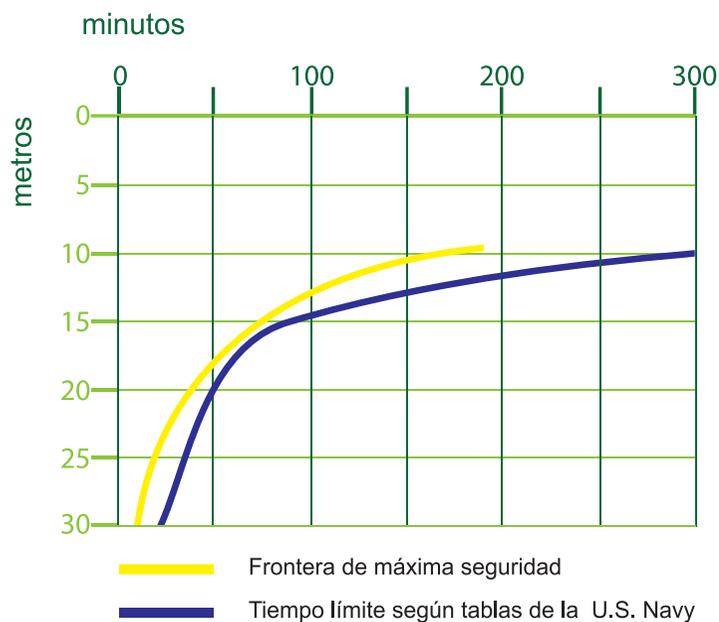
Para saber la cantidad de nitrógeno que se disuelve, además de la velocidad con que lo hace es necesario considerar cuánto tiempo lo está haciendo. Lógicamente, cuanto más tiempo pase mayor será la cantidad disuelta de nitrógeno.

Considerando los efectos de la profundidad y el tiempo de permanencia, se puede hacer una previsión de la cantidad

de nitrógeno que se puede disolver en los tejidos. Si establecemos los valores máximos admisibles, los que pueden producir una sobresaturación crítica, **bastará con limitar el tiempo de permanencia a cada profundidad para que eso no ocurra.**

La tabla con los tiempos límite (TL) y las profundidades correspondientes se puede representar gráficamente. La curva que se obtiene es lo que se denomina **curva de seguridad**.

Curva de seguridad



## NO DEBEMOS OLVIDAR

1. Alcanzar la sobresaturación crítica, rebasando la curva de seguridad, es una situación de alto riesgo que sólo se puede afrontar cuando se tienen los medios de apoyo y auxilio necesarios, y la formación adecuada.

Buceando siempre por encima de esta curva, limitándonos el tiempo de inmersión, evitaremos sufrir un accidente de descompresión. Por ejemplo, si en la curva observamos que para la profundidad de 18 m el límite son 60 min, una inmersión segura a 18 m tendría una duración de 30, 40, 50... minutos, es decir, sin superar esos 60 minutos a 18 m.

### Tipos de inmersiones que tenemos que considerar

Antes de aprender cómo calculamos ese tiempo límite en la inmersión, tenemos que considerar un dato muy importante. ¿Cuáles son las condiciones iniciales de nuestros tejidos en lo que se refiere al nitrógeno disuelto en ellos?

Si nos sumergimos por primera vez, la sangre y nuestros tejidos tendrán en ese momento la cantidad de nitrógeno necesaria para estar saturados a la presión ambiente de una atmósfera.

En cambio, si por ejemplo queremos bucear a las 14:00 h pero antes lo hemos hecho ese mismo día a las 10:00 h, al comienzo de la segunda inmersión tendremos más nitrógeno disuelto en los tejidos porque el nitrógeno que se disolvió durante la primera inmersión no desaparece del todo al salir del agua, sino que tarda un tiempo en ser eliminado mediante la respiración, aproximadamente entre 12 y 16 horas.

Por eso clasificamos las inmersiones en:

**A.- INMERSIÓN SIMPLE:** inmersión que se realiza con unos niveles de nitrógeno normales, sin estar la sangre o los tejidos sobresaturados.

Suponemos que al pasar 16 horas o más desde la última inmersión ya se ha eliminado todo el nitrógeno sobrante y se ha llegado otra vez al estado de saturación estándar a 1 atm.

**B.- INMERSIÓN SUCESIVA:** Cuando empezamos la inmersión con sobresaturación de nitrógeno producida por una inmersión anterior. **Cuando han pasado menos de 16 horas desde la última vez que salimos del agua.**

Un caso particular de inmersión sucesiva de cara a los cálculos se presenta cuando el intervalo de tiempo, entre la salida

del agua de la primera inmersión y la entrada de la segunda, no es superior a 10 minutos. Decimos entonces que es una **INMERSIÓN CONTINUADA**.

Antes de iniciar una inmersión tenemos que considerar en cuál de los tres casos anteriores nos encontramos, pues los

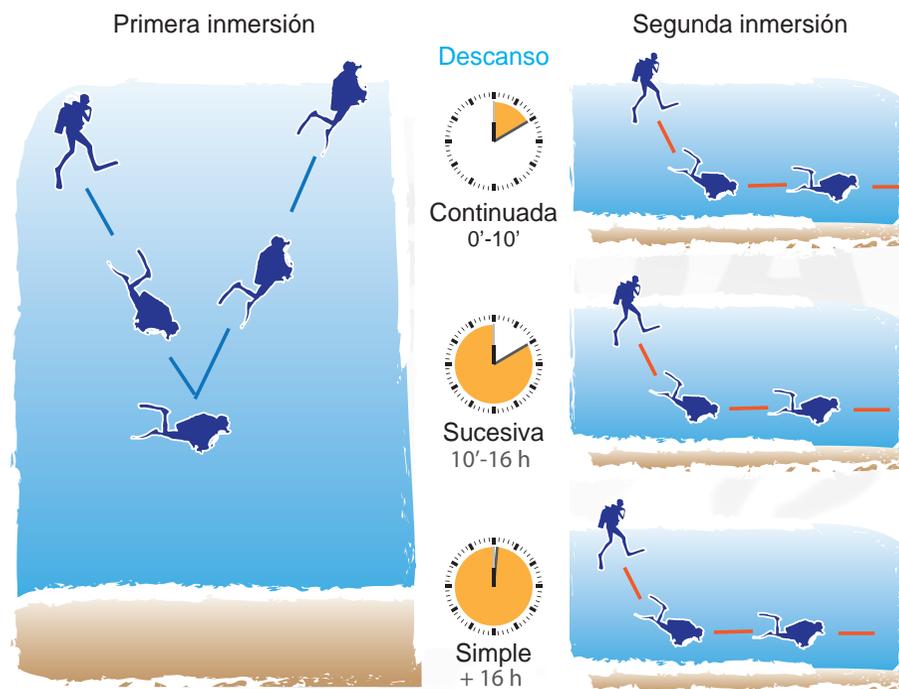


Fig. 1 Si el intervalo en superficie (IS) es menor de 16 horas la inmersión es sucesiva; y si es menor de 10 minutos, continuada.

cálculos para no rebasar la curva de seguridad dependerán del tipo de inmersión que estamos haciendo: simple, sucesiva o continuada (figura 1).

### ***Definición de los términos que vamos a utilizar***

Las tablas que vamos a utilizar para calcular el tiempo que podemos permanecer en inmersión utilizan unos términos que vamos a describir:

**A.- TIEMPO EN EL FONDO (TF):** es el tiempo que transcurre desde que dejamos la superficie y nos sumergimos hasta que dejamos el fondo y empezamos a ascender a 9 m/min para volver a la superficie y salir del agua.

**B.- TIEMPO DE ASCENSO (TA):** es el tiempo que transcurre desde que dejamos el fondo, ascendemos a 9 m/min y llegamos a la superficie para salir del agua.

**C.- TIEMPO TOTAL DE INMERSIÓN (TTI):** es el tiempo que transcurre desde que dejamos la superficie hasta que regresamos a ella. Por tanto, comprende el tiempo en el fondo más el tiempo de ascenso.

**D.- TIEMPO LÍMITE (TL):** es el máximo tiempo que, según las tablas, podemos permanecer en el fondo sin rebasar la curva de seguridad en una inmersión sencilla.

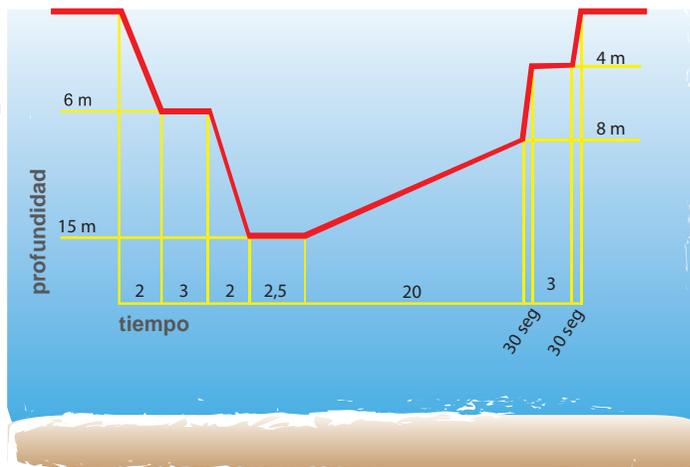
**E.- PROFUNDIDAD DE LA INMERSIÓN (PM):** llamamos así a la profundidad máxima que se haya alcanzado durante la inmersión, independientemente del tiempo que se haya permanecido en ella.

**F.- INTERVALO EN SUPERFICIE (IS):** tiempo que transcurre desde que salimos del agua en una inmersión hasta que nos sumergimos en la siguiente.

**G.- PERFIL DE LA INMERSIÓN:** para reconocer los términos de TTI, TA, PM de forma gráfica, se dibuja el contorno de la inmersión en función de dos parámetros, la profundidad y el tiempo.

*Ejemplo: durante una inmersión (perfil rojo) dos buceadores tardan 2 minutos en descender a 6 m, permanecen a esa profundidad 3 minutos, luego descienden a 15 m y se quedan allí 2 minutos y medio. Después realizan un ascenso gradual durante 20 minutos a 8 m, suben en 30 segundos hasta 4 m, hacen una parada de seguridad de 3 minutos a 4 m y por último suben en 30 segundos a la superficie.*

**TOTAL**  
**TTI = 33,5 min**  
**TA = 4 min**  
**PM= 15 m**



## Factores de riesgo

Evitar la enfermedad de descompresión es una cuestión de probabilidad, no existe una línea divisoria entre lo totalmente seguro y lo inseguro.

Las tablas se han confeccionado sobre la base de calcular matemáticamente lo que fisiológicamente hacen los tejidos de nuestro organismo. Pero el comportamiento de éstos no es el mismo en todos los buceadores, ni siquiera los tejidos de un mismo buceador se tienen que comportar igual en todas las inmersiones.

Se han realizado los cálculos sobre un modelo “estándar” y se han incrementado los márgenes de seguridad para que las desviaciones sean mínimas.

Además, como vimos en el tema anterior, existen unos factores que incrementan los riesgos de sufrir un accidente de descompresión. Unos son circunstanciales (como el frío o el esfuerzo durante la inmersión) y otros intrínsecos al propio buceador (como la mala condición física, el mareo, la obesidad, el tabaquismo o la edad).

## **NO DEBEMOS OLVIDAR**

1. Teniendo en cuenta el grado de incertidumbre que tienen los cálculos, si se presenta alguno de los factores de riesgo citados antes debemos ser más prudentes y reducir el TF.
2. Los factores de alto riesgo como la ingesta de alcohol o de otras sustancias estupefacientes impiden totalmente bucear en ese estado.

## CUESTIONARIO

**1** - Si salimos del agua a las 10:00 h y volvemos a sumergirnos a las 13:00 h del mismo día, la segunda inmersión es...

- A.- Simple
- B.- Sucesiva
- C.- Continuada

**2** - Si salimos del agua a las 10:00 h y volvemos a sumergirnos a las 10:08 h del mismo día, la inmersión es...

- A.- Simple
- B.- Sucesiva
- C.- Continuada

**3** - Si salimos del agua a las 10:00 h y volvemos a sumergirnos a las 12:00 h del día siguiente, la segunda inmersión es...

- A.- Simple
- B.- Sucesiva
- C.- Continuada

**4** - Iniciamos el descenso a las 10:00 h. A las 10:10 h llegamos a un fondo de 18 m y permanecemos allí hasta las 10:45 h. Luego ascendemos lentamente a 9 m/min y salimos a superficie a las 10:47 h. ¿Cuál es el tiempo total de fondo (TF)?

- A.- 40 min
- B.- 45 min

**5** - Los factores de riesgo (obesidad, edad, alcohol, etc.) incrementan el riesgo de sobreesaturación crítica durante el ascenso.

- A.- Verdadero
- B.- Falso

**6** - La máxima profundidad que puede alcanzar un equipo de buceadores es la máxima permitida al buceador de menor titulación.

- A.- Verdadero
- B.- Falso

\* RESPUESTAS AL FINAL DEL LIBRO

## CÁLCULO DEL TIEMPO LÍMITE (TL)

### VAMOS A CONOCER

1. *Cómo calcularlo si la inmersión es simple.*
2. *Cómo calcularlo si la inmersión es continuada.*
3. *Cómo calcularlo si la inmersión es sucesiva.*

### **Cálculo del TL en inmersiones simples**

En la tabla 1 aparecen los valores de la profundidad de la inmersión (la máxima) en la primera columna y siguiendo cada fila el último valor que aparece es el TL correspondiente. Por ejemplo, 60 min será el TL en una inmersión a 18 m, 163 min será el TL a 12 m, etc.

Profundidad máxima ↓

LIMITES DE TIEMPO SIN DECO - GRUPO DE SALIDA - I. S.

	TABLA I - TIEMPO EN EL FONDO															
10,5	14	23	32	42	52	63	74	87	100	115	131	148	168	190	215	
12	12	20	27	36	44	53	63	73	84	95	108	121	135	151	163	
13,5	11	17	24	31	39	46	55	63	72	82	92	102	114	125		
15	9	15	21	28	34	41	48	56	63	71	80	89	92			
16,5	8	14	19	25	31	37	43	50	56	63	71	74				
18	7	12	17	22	28	33	39	45	51	57	60					
21	6	10	14	19	23	28	32	37	42	47	48					
24	5	9	12	16	20	24	28	32	36	39						
27	4	7	11	14	17	21	24	28	30							
30	4	6	9	12	15	18	21	25								
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	

Si el valor de la PM no aparece, debemos entrar con el valor inmediato superior. Por ejemplo, si la inmersión es a 20 m de profundidad entraremos en la tabla por la fila de los 21 m.

Tal como ya comentamos, las tablas se elaboran con modelos de tejidos estándar y sin tener en cuenta las condiciones especiales en las que se encuentra el buceador en el momento de la inmersión o las que durante la misma se produzcan (factores de riesgo).

### **NO DEBEMOS OLVIDAR**

1. Aunque las tablas permiten calcular el tiempo límite para profundidades superiores a 20 m, independientemente de cual sea la titulación del resto de los componentes del grupo, recuerda que tú no puedes superar la profundidad de tu titulación.
2. No se debe superar el tiempo límite (TL) correspondiente a la profundidad máxima.
3. Para aumentar la seguridad, en TODAS las inmersiones conviene hacer una PARADA DE SEGURIDAD de TRES MINUTOS entre las profundidades de 6 y 3 m.
4. Si existe algún factor de riesgo de los ya mencionados, se debe reducir el tiempo en el fondo hasta que su valor esté fuera de los números rojos de la tabla 1.

En cualquier caso, y para mayor seguridad, es aconsejable que esa reducción sea de al menos 5 minutos sobre el tiempo en el fondo que se hubiera considerado

5. Si existe algún factor de riesgo de los ya mencionados o el tiempo en el fondo se encuentra entre los números rojos de la tabla, conviene hacer una parada de CINCO minutos entre las profundidades de 6 y 3 m.
6. Si de forma accidental y excepcional se rebasa el tiempo límite en el fondo, en ese momento el compañero (B2E o B3E que va contigo) deberá explicarte cómo realizar el ascenso, RESPONSABILIZÁNDOSE él de tu seguridad.

## CUESTIONARIO

7 - En una inmersión simple, si la profundidad máxima es de 17 m, ¿cuál es el tiempo límite?

- A.- 55 min
- B.- 60 min

8 - En una inmersión simple, si la profundidad máxima es de 17 m, ¿cuál es el TL que debemos adoptar si hay factores de riesgo?

- A.- 51 min
- B.- 60 min

9 - Si llevamos 48 minutos de inmersión y estamos a una profundidad de 20 m, ¿cómo debemos ascender?

- A.- A una velocidad de 9 m/min
- B.- A una velocidad de 9 m/min y parándonos 3 min entre 6 y 3 m

10 - Vamos a bucear en un fondo de 17 m en aguas muy frías. ¿Cuál es el tiempo de fondo?

- A.- 46 min
- B.- 55 min
- C.- 60 min

## Cálculo del TL en inmersiones continuadas

Supongamos que hemos realizado una inmersión simple, con una profundidad y un tiempo en el fondo que nos ha permitido salir a la superficie sin rebasar la curva de seguridad. Una vez allí y antes de que pasen diez minutos, queremos volver a sumergirnos a otra profundidad ¿Cuánto tiempo podremos estar en el fondo sin superar el TL?

¡Atención! Para realizar este cálculo **debemos considerar la segunda inmersión como parte de la primera.**

Eso significa que:

I. La profundidad máxima que debemos considerar es la máxima de las dos; normalmente la profundidad mayor es la de la primera inmersión, pero no siempre.

II. El tiempo límite será el que corresponda con la nueva profundidad máxima, pero con el agravante de que ya hemos consumido parte de él en la primera inmersión.

Por ejemplo, si la primera inmersión ha sido a 18 m durante 40 min y la segunda va a ser sólo a 10 m, como el TL a 18 m son 60 min en esta segunda inmersión sólo podremos permanecer 20 min en el fondo.

Una inmersión continuada al unirla con la primera se convierte en una inmersión de perfil poco seguro, lo veremos en el próximo apartado. Por este motivo es recomendable que el TL esté fuera de la zona roja, es decir, que en el ejemplo no se superen los 51 min. Eso nos obligaría a reducir el tiempo de la segunda inmersión a 11 min.

Si la segunda inmersión es a una mayor profundidad que la primera, tendremos menos tiempo todavía para alcanzar el

TL, incluso puede que ninguno. Por ejemplo, si la primera inmersión ha sido a 17 m (en la tabla 1, 18 m) durante 50 min y queremos hacer una continuada a 20 m (en la tabla 1, 21 m), no es posible porque no quedaría tiempo (el tiempo límite a 21 m es de 48 min).

Podría parecer que este tipo de inmersión no es muy frecuente, pero pensemos en situaciones como bajar a soltar el ancla de la embarcación o a recoger un cinturón de plomos que se nos ha caído. Hay que tener mucho cuidado en estos casos, porque un descenso a una profundidad no importan-



te, si no tenemos en cuenta la inmersión anterior al acumularse el tiempo, puede ser peligroso.

### **Cálculo del TL en inmersiones sucesivas**

Vamos a describir esta situación de una forma gráfica. Hemos realizado una primera inmersión que podemos representar en la figura 3.

Si la cantidad de nitrógeno que se ha ido disolviendo en la sangre y en los tejidos la representamos por el tono del color verde del buceador, se puede ver que a lo largo de la inmersión el color ha pasado del blanco a un verde intenso.

Cantidad de nitrógeno acumulado

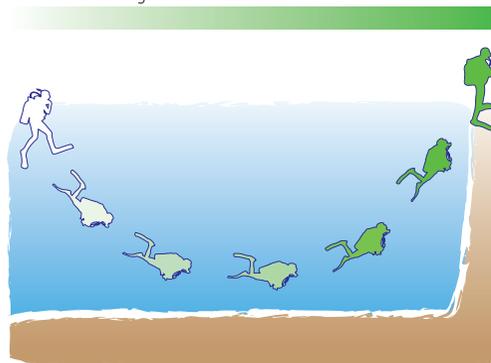


figura 3

Suponemos que esta inmersión simple la hemos realizado sin rebasar la curva de seguridad y, por tanto, el tiempo que ha durado ( $t_1$ ) será igual o menor que el tiempo límite para la profundidad  $P_1$ .

Cantidad de nitrógeno acumulado

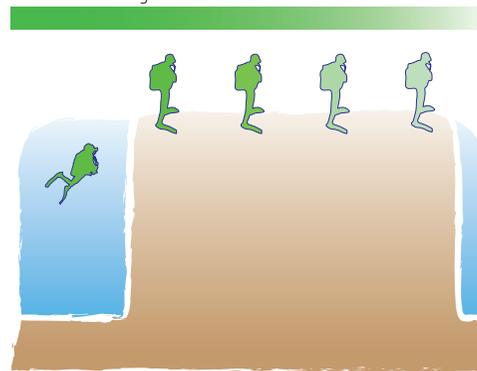


figura 4

Sin embargo, al llegar a la superficie no ha desaparecido todo el nitrógeno y seguimos teniendo un grado de sobresaturación que ira disminuyendo según pasa el tiempo en superficie (figura 4).

Después de un tiempo de intervalo en superficie (IS), el nivel de nitrógeno habrá descendido, disminuyendo la intensidad en el color verde del buceador.

Si ese tiempo fuese de 15 o más horas, el grado de sobresaturación habría desaparecido y el dibujo del buceador estaría totalmente blanco. Si entonces quisiéramos bucear, realizaríamos una nueva inmersión simple.

Pero si el intervalo en superficie es inferior a 15 horas, todavía quedará nitrógeno en los tejidos y el color del buceador de la figura 4, que va a entrar al agua, todavía estará algo verde. Si en ese momento nos volviéramos a sumergir, sería una inmersión sucesiva.

Esta situación es diferente a la de figura 3 (que era una inmersión simple), razón por la cual no podemos calcular el tiempo límite de la misma manera.

Cantidad de nitrógeno acumulado

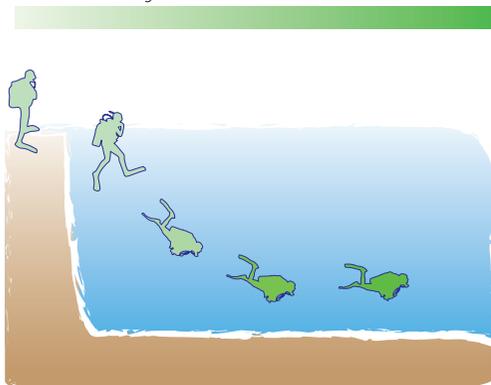


figura 5

¿Y si el buceador que realiza la inmersión sucesiva se encuentra en el fondo con otro que, aun siendo su primera inmersión, tiene el mismo nitrógeno disuelto, el mismo tono de verde? (figura 5)? ¿No tendrán los dos buceadores el mismo tiempo límite en el fondo?

Si el buceador que va a realizar la inmersión sucesiva supiera cuánto tiempo lleva su homólogo de la inmersión simple debajo del agua (lo llamaremos Tiempo de Nitrógeno Residual, TNR) y conociera el tiempo límite (TL) de esa inmersión simple, sabría cuánto tiempo le queda de inmersión para no superar el TL, el tiempo de fondo de la segunda (TFS).

El tiempo de fondo restante sería  $TFS = TL - TNR$

Resumiendo, en una inmersión sucesiva lo que tenemos que calcular es el TFS teniendo en cuenta el TL de la inmersión simple a la profundidad (P2) y el TNR.

El TL para  $P_2$  lo miramos en la tabla 1.

Para el cálculo del TNR necesitamos dar tres pasos utilizando dos tablas.

**Primero:** tenemos que considerar el grado de sobresaturación de  $N_2$  con el que salimos de la primera inmersión, es decir, tenemos que calcular el COEFICIENTE DE SALIDA de la primera inmersión. Lo tenemos en la tabla 1.

Buscamos la profundidad  $P_1$  en la tabla 1. Si no está, consideramos la inmediata superior, y seguimos esa fila buscando entre los tiempos que a su derecha aparecen uno igual o inmediatamente superior al tiempo del fondo de la primera inmersión.

A continuación descendemos por esa columna hasta encontrar la letra correspondiente. Por ejemplo, si a los 12,5 m hubiéramos estado de tiempo en el fondo 52 min le correspondería un coeficiente de nitrógeno residual de salida "G".

**Segundo:** ¿Con qué coeficiente vamos a entrar en la segunda inmersión? Lógicamente dependerá del coeficiente de salida y del intervalo de superficie (IS). Con estos datos nos vamos a la tabla 2.

Entramos eligiendo la columna que empieza por el coeficiente de salida de la primera. Buscamos un intervalo de tiempo dentro del cual esté el tiempo que nosotros vamos a tardar en sumergirnos en la segunda, el IS.

**TABLA II - INTERVALO EN SUPERFICIE**

GRUPO AL FINAL DEL INTERVALO EN SUPERFICIE

GRUPO DE INMERSIÓN SUCESIVA AL INICIO DEL INTERVALO EN SUPERFICIE

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	Z		
▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼	Z▶
															0:10	O▶	
														0:52	1:44	N▶	
													0:10	0:53	1:45	M▶	
												0:52	1:44	2:37	3:29	L▶	
											0:10	0:53	1:45	2:38	3:30	K▶	
											0:52	1:44	2:37	3:29	4:21	J▶	
											0:10	0:53	1:45	2:38	3:30	I▶	
											0:52	1:44	2:37	3:29	4:21	H▶	
											0:10	0:53	1:45	2:38	3:30	G▶	
											0:52	1:44	2:37	3:29	4:21	F▶	
											0:10	0:53	1:45	2:38	3:30	E▶	
											0:52	1:44	2:37	3:29	4:21	D▶	
											0:10	0:53	1:45	2:38	3:30	C▶	
											0:52	1:44	2:37	3:29	4:21	B▶	
0:10	1:17	2:12	3:04	3:56	4:49	5:41	6:33	7:25	8:17	9:10	10:02	10:54	11:46	12:38	13:31	A▶	
2:20	3:36	4:31	5:23	6:15	7:08	8:00	8:52	9:44	10:36	11:29	12:21	13:13	14:05	14:58	15:50		

**TABLA III- TIEMPOS DE NITRÓGENO RESIDUAL (minutos)**

GRUPO AL FINAL DEL INTERVALO EN SUPERFICIE

PROFUNDIDAD DE LA INMERSIÓN SUCESIVA (metros)

Z▶	57	54	51	48	45	42	39	36	33	30	27	24	21	18	16,5	15	13,5	12	10,5
Z▶	26	28	30	32	34	37	40	44	48	54	61	70	83	101	114	131	154	188	245
O▶	25	26	28	30	32	34	37	41	45	50	57	65	77	93	105	120	140	169	216
N▶	23	25	26	28	30	32	35	38	42	47	52	60	71	86	96	109	127	152	191
M▶	22	23	24	26	28	30	32	35	39	43	48	55	65	79	88	99	115	136	169
L▶	20	21	22	24	26	27	30	32	36	40	44	51	59	72	80	90	104	122	149
K▶	18	19	21	22	23	25	27	30	33	36	41	46	54	65	72	81	93	109	132
J▶	17	18	19	20	21	23	25	27	30	33	37	42	49	58	65	73	83	97	116
I▶	15	16	17	18	19	21	22	24	27	30	33	38	44	52	58	65	73	85	101
H▶	14	14	15	16	17	19	20	22	24	26	29	33	39	46	51	57	64	74	88
G▶	12	13	14	14	15	16	18	19	21	23	26	29	34	40	44	49	56	64	75
F▶	11	11	12	13	13	14	15	17	18	20	22	25	29	35	38	42	48	55	64
E▶	9	10	10	11	11	12	13	14	16	17	19	22	25	29	32	35	40	45	53
D▶	8	8	8	9	9	10	11	12	13	14	16	18	20	24	26	29	32	37	43
C▶	6	6	7	7	8	8	9	9	10	11	12	14	16	19	20	23	25	29	33
B▶	5	5	5	5	6	6	6	7	8	8	9	10	12	14	15	17	18	21	24
A▶	3	3	3	4	4	4	4	5	5	5	6	7	8	9	10	11	12	13	15

Luego seguimos la fila hacia la derecha hasta encontrar el COEFICIENTE DE ENTRADA.

Continuamos con nuestro ejemplo. Supongamos que hemos salido con un coeficiente G a las 13:00 h y vamos a bucear a las 15:30 h. El intervalo en superficie será de 2 h y 30 min. Por tanto, entraríamos con un coeficiente E.

**Tercero:** Ya sólo nos queda averiguar a cuánto TNR de permanencia en el fondo de la inmersión simple (la de perfil azul), es equivalente ese coeficiente de entrada que hemos obtenido en la tabla 2.

Vamos a la tabla 3. En la primera columna tenemos los coeficientes de entrada de la inmersión sucesiva. Elegimos el nuestro y seguimos su fila hacia la derecha hasta los valores del TNR correspondientes a cada una de las profundidades que encabezan su columna. Pero si no encontramos la P2 de la sucesiva, sólo en esta tabla, elegiríamos la inmediata inferior. Teniendo en cuenta que la segunda inmersión la haremos a 20 m, entre 21 y 18 m nos quedamos con la columna del 18 que nos da 29 min de tiempo de nitrógeno residual (más seguridad que sí eligiéramos los 25 min de la columna de los 21 m).

Como la inmersión sucesiva va a ser a 20 m y una inmersión simple a esa profundidad tiene un tiempo límite  $TL = 48$  min, el tiempo de fondo límite en la segunda será  $TFS = 48 - 29 = 19$  min.

### **NO DEBEMOS OLVIDAR**

1. Si tenemos que realizar dos inmersiones, una simple y otra sucesiva, es más seguro realizar primero la inmersión más profunda.
2. Para aumentar la seguridad no se deben utilizar como tiempo límite los números rojos de la tabla 1.
3. En todos los casos, en el ascenso de una inmersión sucesiva es conveniente realizar una parada de seguridad de 3 min entre 6 y 3 m.
4. Anotar el coeficiente de salida de la primera inmersión y la hora de salida del agua. Luego los pondremos en común con el compañero de más experiencia que nos va a acompañar en la segunda inmersión y **QUE PUEDE NO SER EL MISMO COMPAÑERO QUE EN LA PRIMERA.**
5. **TODAS** las tablas son para inmersiones en el mar o en lagos y embalses a no más de 300 m de altitud.

## CUESTIONARIO

**11** - Salimos del agua a las 10:55 h, después de haber permanecido un tiempo en el fondo de 35 min a 16 m. Si descendemos a una profundidad de 18 m a las 11:00 h, ¿cuál es el tiempo total de inmersión aconsejable para no rebasar la curva de seguridad?

- A.- 20 min
- B.- 16 min

**12** - Salimos del agua a las 10:55 h después de haber permanecido un tiempo en el fondo de 35 min a 16 m. Si descendemos a una profundidad de 18 m a las 11:00 h, ¿cuál es el tiempo total de inmersión aconsejable en el caso de que nuestro estado físico no sea el ideal?

- A.- 11 min
- B.- 25 min

**13** - Salimos del agua a las 10:55 h, después de haber permanecido un tiempo en el fondo de 35 min a 16 m. Si descendemos a una profundidad de 20 m a las 11:00 h, ¿cuál es el tiempo de fondo aconsejable para no rebasar la curva de seguridad?

- A.- 2 mín
- B.- 20 mín

**14** - ¿Cuál es el coeficiente de salida de una inmersión de 26 min de duración a 16 m?

- A.- E
- B.- F

**15** - Con un coeficiente de salida H, queremos bucear a las 2 horas de la salida del agua de la anterior inmersión. ¿Con qué coeficiente descenderemos?

- A.- F
- B.- D

**16** - Descendemos en una inmersión sucesiva con un coeficiente F a una profundidad de 20 m, ¿cuál es el TNR?

- A.- 31 min
- B.- 35 min

**17** - Si el TNR a 18 m es de 29 min, ¿cuánto tiempo podremos permanecer en el fondo sin rebasar la frontera de seguridad?

- A.- 22 min
- B.- 30 min

\* RESPUESTAS AL FINAL DEL LIBRO

# BUCEANDO SOBRE LA CURVA DE SEGURIDAD Y ADEMÁS...

## VAMOS A CONOCER

1. *El perfil de la inmersión que conviene seguir.*
2. *El equipo que necesitamos para controlar la inmersión.*
3. *Las señas que complementan a las básicas.*

### **El perfil de la inmersión**

Los datos que siempre manejamos de una inmersión son el tiempo en el fondo (TF) y la profundidad máxima (PM) que hemos alcanzado.

Sin embargo, con los mismos datos dos parejas de buceadores pueden haber realizado inmersiones completamente distintas si consideramos el tiempo real que han estado en cada profundidad. Por ejemplo, con un mismo perfil de TF de 20 min a una PM de 18 m, una pareja podía haber pasado 15 min a 6 m y 5 min a 18 m mientras que otra podía haber buceado justo al revés, 5 min a 6 m y 15 min a 18 m.

Además, hay que tener en cuenta que los cálculos con los que se elaboran las tablas se ajustan mejor a un perfil de

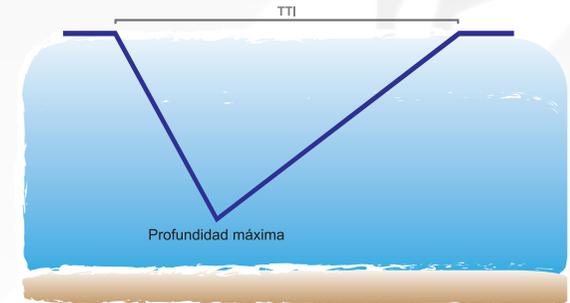
inmersión con un solo descenso y un solo ascenso, lo que condiciona el perfil que debemos seguir.

En consecuencia, entre los posibles perfiles reales que se pueden hacer con un mismo tiempo en el fondo TF y la misma profundidad máxima PM, unos serán más seguros que otros. Y aunque el perfil de la inmersión estará condicionado por la orografía del fondo, siempre que sea posible se debería realizar el más seguro.

En general, podemos clasificar los perfiles de inmersión en seis tipos, diferenciando además los que son recomendables de los que no lo son.

### Perfiles recomendables

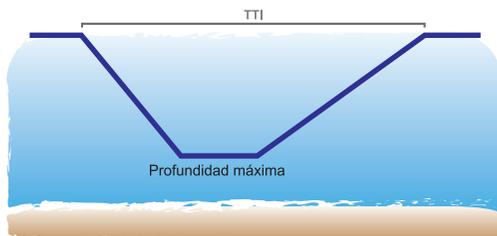
**Perfil A.** Corresponde a una inmersión en la que primero hemos descendido a la máxima profundidad y realizamos el resto de la inmersión ascendiendo



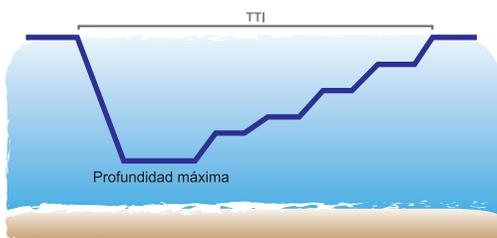
muy lentamente. Para poder seguir este perfil, que es muy aconsejable, es necesario tener un relieve por el que bajar y subir, como un arrecife o un acantilado.

**Perfil B.** Es un perfil seguro si el tiempo que pasamos a la máxima profundidad es menor que la mitad del tiempo límite.

Si permanecemos más de la mitad del TL, estaríamos acercándonos a los límites de sobresaturación. Este perfil es el que seguiremos si el fondo es plano.



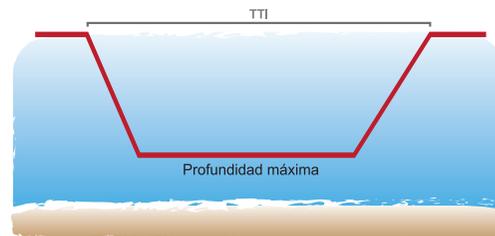
**Perfil C.** Inmersión también segura si las velocidades de ascenso entre nivel y nivel son muy lentas. Requiere, además, un fondo que nos permita ascender gradualmente, como un bajo o una zona de derrumbes.



### Perfiles NO recomendables

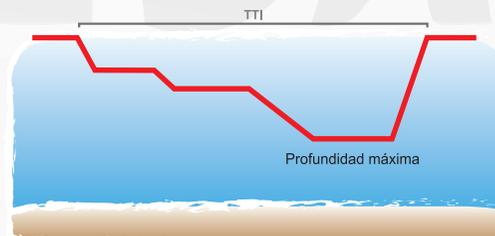
**Perfil D.** Este es el más arriesgado porque es en el que se disuelve más nitrógeno en los tejidos antes del ascenso con los mismos datos de TL y PM.

Prueba de ello es que el 90 % de los casos en que aparecen síntomas de la enfermedad descompresiva, sin que se hayan incumplido las tablas, corresponden a buceadores que han seguido este tipo de perfil.

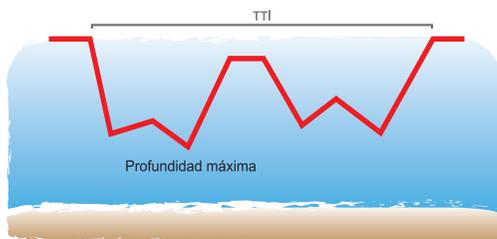


**Perfil E.** Dentro de los perfiles no recomendados, es el menos peligroso si no se supera la velocidad de 9 m/min en el ascenso.

Hay que tener en cuenta que es una inmersión en la que a medida que pasa el tiempo se va incrementando el consumo porque estamos a más profundidad. Es decir, cuanto menos aire nos queda más gastamos. Evidentemente no es recomendable.



**Perfil F.** Este perfil es muy peligroso debido a que la respuesta de los tejidos es más impredecible cuando se ven sometidos a aumentos



y disminuciones de presión de esta forma tan arbitraria. Ni siquiera es completamente segura llevando un ordenador de buceo. Con los datos de esta inmersión, los cálculos se alejan de los patrones comunes de saturación y desaturación que utilizan las tablas.

La aparición de microburbujas en los ascensos que luego se incorporarían al torrente de sangre arterial en los descensos complicarían la disolución normal del nitrógeno en los tejidos.

### ***Equipo que necesitamos para controlar la inmersión***

**El reloj sumergible.** Debe ser realmente sumergible a la profundidad a la que vamos a bucear. Por eso no basta con que lo indique el reloj, sino que es el fabricante quien debe garantizarlo en las instrucciones. Conviene que además de marcar la hora tenga algún procedimiento de memorización (corona

giratoria) o cronómetro, que recoja el tiempo que llevamos de inmersión por si se nos olvida.

**El profundímetro.** Los más utilizados son los analógicos, que indican mediante una aguja la profundidad, pero también existen modelos digitales que nos indican la profundidad con unos dígitos. Todos los profundímetros deben disponer de memoria de la profundidad máxima (una segunda aguja en los analógicos, y un dato más en la pantalla de los digitales).

Algunos profundímetros se dañan si quedan expuestos a reducciones de presión, como las que se pueden producir en la cabina de un avión o en lo alto de una montaña. Para evitar posibles averías, en esos casos hay que encerrarlos en recipientes herméticos de paredes rígidas.

**Profundímetros digitales.** Ofrecen las funciones de cronómetro y de profundímetro en una misma pantalla. Son digitales y su puesta en marcha es automática en cuanto nos sumergimos. Además de la profundidad máxima, algunos indican también la temperatura del agua y otros datos útiles.

# APARATOS DE CONTROL

Reloj



Profundímetro digital



Tablas de buceo



Consola: profundímetro - compás - manómetro



Ordenador de buceo



**Las tablas de buceo.** Podemos llevar las tablas de buceo 1, 2 y 3 guardadas en algún bolsillo, sujetas por un mosquetón para poder consultarlas bajo el agua sin perderlas.

**Las consolas.** Son piezas de material plástico donde se pueden insertar, junto con el manómetro, el profundímetro, la brújula o un ordenador de buceo, para no tener que llevar nada en la muñeca y tenerlo todo a la vista.

**Los ordenadores de buceo.** Además de presentar integrados el reloj y el profundímetro, tienen un programa que, con los datos reales de tiempo y profundidad, calcula el grado de sobresaturación en todo momento y nos avisa principalmente de:

- Si superamos la velocidad de ascenso.
- Cuánto nos falta para llegar al tiempo límite.

El ordenador de buceo puede tener otras funciones, como la temperatura del agua, etc. También hay ordenadores más completos que, conectados al regulador, nos dan información sobre el consumo que estamos teniendo y el tiempo que nos queda de aire.

El ordenador tiene dos claras ventajas sobre las tablas:

1. El ordenador dispone de alarmas acústicas o luminosas que incrementan nuestra seguridad.
2. Al ajustarse el programa del ordenador a datos reales, el tiempo límite que da es específico del perfil de la inmersión que realizamos, y suele ser mayor que el de las tablas. Así podemos bucear más tiempo sin disminuir nuestra seguridad.

No obstante, hay que ser prudentes. La comodidad que produce la utilización del ordenador está provocando que cada día sea más extendido su uso. Pero el ordenador no resuelve problemas, sólo nos da datos. Es el buceador con los conocimientos que tiene quien interpreta los datos y decide cómo actuar. Por eso **no debemos olvidar nada de lo que hayamos aprendido en este capítulo**, a pesar de que en su día utilicemos un ordenador.

### ***Otros materiales que pueden ser de utilidad***

**Elemento de corte.** Es una herramienta para cortar cabos, redes, etc. en los que nos podamos enredar.

# ACCESORIOS

---

Elementos de corte



Pizarras



Boya de señalización



**La pizarra.** Sirve para comunicarnos con mensajes diferentes a los que hacen referencia las señas.

**La boya de señalización.** Inflada desde el fondo y sujeta mediante un cabo, nos permite ascender hasta la superficie teniendo una referencia. Gracias a ella, nuestra posición es visible desde fuera del agua.

### ***Durante la inmersión***

A parte de disfrutar con las agradables sensaciones que nos produce la inmersión, **cuidar el entorno** y no alterarlo con nuestra presencia, sobre todo hay que estar **muy atentos al consumo, la profundidad y el tiempo.**

Durante la inmersión debemos ir pendientes de nuestro manómetro. Es importante que cuando llegemos a la reserva estemos en un lugar apropiado para subir (el ancla, una pared, la playa...). Por tanto, conviene que cuando llegemos a una presión de 100 atm iniciemos la aproximación hacia ese sitio. Recordemos que **cuando se llega a la reserva hay que hacer la seña al compañero y al jefe del equipo, y comenzar el ascenso.**

También es preciso ir pendiente de la profundidad y no rebasar los 20 m. Incluso podemos memorizar las cifras 20/40 para no superar los 40 min de la frontera de seguridad. Es necesario que el grupo de inmersión conozca en todo momento el aire que le queda a cada uno y estar de acuerdo en el TL y PM.

Por ello, durante la inmersión el jefe de equipo debe ir realizando un chequeo para revisar esos datos. Esto requiere una seña para preguntar, otra de respuesta y la confirmación con la seña del OK de que se ha comprendido.

### CHEQUEO DEL AIRE

**SEÑA PARA PREGUNTAR:** ¿Cuánto aire te queda?

*Se enseña con una mano el manómetro y con la otra mano se señala el mismo aparato.*



¿Cuánto aire te queda?

## RESPUESTA:

Indicamos con los dedos de las manos la presión que indica el manómetro expresada en decenas. Es decir, si mostramos 8 dedos significa 80 atmósferas de presión. Como verás, la indicación de media carga (100 atm) o de reserva (50 atm) tienen sus propias señales.



100 atmósferas



50 atmósferas

## CHEQUEO DE LA PROFUNDIDAD MÁXIMA

**SEÑA PARA PREGUNTAR:** ¿Qué profundidad máxima hemos alcanzado? Puño izquierdo cerrado con pulgar extendido hacia abajo y tocando el dorso de la otra mano que permanece estirada y horizontal.



¿Cuál es tu profundidad máxima?

## RESPUESTA:

Indicamos los metros enseñando un número de dedos (expresando decenas).



20 metros

## CHEQUEO DEL TIEMPO QUE QUEDA DE INMERSIÓN

### SEÑA PARA PREGUNTAR:

¿Cuánto tiempo nos queda para no entrar en descompresión? Con dos dedos de una mano, en forma de tijera, apoyados sobre la otra muñeca.



¿Cuánto tiempo queda de inmersión?

### RESPUESTA:

Indicamos el tiempo enseñando un número de dedos.



4 minutos

## FIN DE INMERSIÓN

**SEÑA PARA INDICAR:** La inmersión ha finalizado. Ascender lentamente a la superficie. Antebrazos cruzados a la altura de la cara.



Fin de inmersión

## **NO DEBEMOS OLVIDAR**

Antes de la inmersión, repasar y recordar todas las señas con el equipo de buceadores.

## **DESPUÉS DE LA INMERSIÓN**

Después de bucear, nuestro organismo está sobresaturado de nitrógeno y lo está eliminando. En consecuencia:

1. No podemos volar en avión ni subir a grandes altitudes, puesto que la disminución de la presión externa incrementaría el grado de sobresaturación. Debemos esperar 12 horas y en el caso de inmersiones sucesivas o realizadas en un margen estrecho de tiempo (p.ej. en un viaje), 24 horas.
2. No podemos bucear en apnea durante un periodo similar, pues los ascensos rápidos podrían provocar la formación de macroburbujas.

3. Para favorecer la eliminación de nitrógeno, conviene no realizar esfuerzos o ejercicio físico, para que no se produzca mucho CO<sub>2</sub> en los tejidos.

### **CUESTIONARIO**

**18 - Antes de iniciar una inmersión es imprescindible que con el jefe de equipo nos pongamos de acuerdo en...**

- A.- El perfil de la inmersión y la profundidad máxima prevista
- B.- Repasar las señas
- C.- Todo lo anterior

**19 - Después de salir de una inmersión, podemos bucear en apnea tranquilamente.**

- A.- Verdadero
- B.- Falso

\* RESPUESTAS AL FINAL DEL LIBRO



## CAPÍTULO 6 Y DESPUÉS...

EDAS



## ASUME TU RESPONSABILIDAD

Si tus instructores te han dado el título de B1E es porque han considerado que has cubierto todos los objetivos de aprendizaje y, por tanto, te has convertido en un buceador capaz de utilizar correctamente su equipo y de adaptarse a las condiciones del medio subacuático en el que se realizan las inmersiones del buceo deportivo.

Tu experiencia bajo el agua es muy corta, son pocas las situaciones que has vivido allí, pocos los problemas con los que te has encontrado y necesitas la ayuda de un compañero que tenga esa experiencia.

Esa es la función que corresponde al buceador B2E o B3E que tiene que acompañarte. Ése es el complemento que necesitas para bucear totalmente seguro.



Pero también ha llegado el momento de que asumas la responsabilidad de tus propias acciones y decisiones. ¿Cómo? Con tu buen criterio.

Recuerda que, ante cualquier problema bajo el agua, tu instructor te decía que el buceador debe **pararse, respirar, pensar y actuar**. Pues párate, respira...

1. Cumple las normas de seguridad.

Evitarás situaciones de riesgo y guardarás siempre un buen recuerdo de tus inmersiones.

No creas que las normas de seguridad son sólo para buceadores inexpertos y que con el tiempo puedes dejar de observarlas. **Nuestro peor consejero bajo del agua es el exceso de confianza.**

2. No rebases tus límites de tiempo y de profundidad.

No es necesario. Gracias a la luz que penetra, la vida submarina que puedes descubrir sin rebasar tu profundidad límite es tan abundante y variada que puedes realizar innumerables inmersiones para conocerla, sorprendiéndote siempre

con ella. Además, mientras seas un B1E, respetar la profundidad límite te mantendrá alejado del riesgo de la ED y de la narcosis.

### **3. Controla la flotabilidad manteniendo la posición horizontal** y sin utilizar las manos para “agarrarte” bajo el agua.

Hazlo en todo momento. Al descender, no te dejes caer sin control ni bajas colgado de ningún cabo. Infla el chaleco poco a poco, igual que compensas tus oídos, y comprueba que estás en equilibrio.

Durante tu recorrido por el fondo párate de vez en cuando. No muevas las manos ni las piernas... ¿Qué ocurre? ¿Estás equilibrado? Piensa la respuesta y reacciona inflando o desinflando el chaleco.

Actúa igual durante el ascenso. Tu posición horizontal te ayudará a frenar ascensos o descensos incontrolados, mientras controlas la flotabilidad y subes a la velocidad deseada.

El control de la flotabilidad es imprescindible para que tu buceo sea sostenible.

## **REALIZA UN BUCEO SOSTENIBLE**

El desarrollo sostenible del buceo consiste en satisfacer las necesidades de los buceadores actuales sin comprometer las posibilidades de las generaciones venideras. Dicho así parece sencillo, pero en la práctica no lo es tanto.

Un buceo sostenible consiste en reducir al mínimo nuestro impacto en el medio marino mediante el control de nuestra técnica y la racionalización de nuestra conducta.

Para que todos podamos seguir contemplando el paisaje submarino que tanto nos cautiva, es imprescindible que entre todos lo conservemos y que los buceadores tengamos en cuenta que depende también de nuestro comportamiento.

Los lugares de inmersión suelen ser visitados por un elevado número de buceadores.



Cada vez somos más los que realizamos el mismo recorrido debajo del agua, incluso en el mismo día.

El impacto medioambiental que producimos no es el resultado único de nuestra actuación aislada, sino que se multiplica debido a la suma de las actuaciones de todos los buceadores que pasan por allí.



A veces tendemos a menospreciar las consecuencias de actos que hacemos movidos por nuestra curiosidad.

Por ejemplo, levantamos una piedra para observar una ofiura (equinodermo parecido a la estrella de mar con patas delgadas y que no paran de moverse) que hay debajo. ¿Qué sucedería si todos los buceadores que pasamos ante esa piedra hiciéramos lo mismo?

Si la ofiura ha decidido alojarse debajo de la piedra será por algún motivo (para evitar la luz, la corriente o buscar alimento), y seguramente no lo conseguirá si sistemáticamente un curioso la saca de debajo de ella.

### Para hacer un buceo sostenible es necesario...

1. No tocar nada ni apoyarnos en el fondo. Ten cuidado para no lastimar a los pequeños organismos que viven sobre las rocas, las algas o la arena cuando movemos las aletas o nos acercamos a ellos involuntariamente. Son pequeños pero importantes en la cadena que forma la vida en el ambiente submarino.



Para conseguirlo es necesario que controles tu flotabilidad. Estarás realizando un buceo sostenible y te encontrarás más cómodo y relajado. Además, consumirás menos aire.

2. Para observar a los seres vivos que están fijos al fondo como las anémonas, corales, gorgonias o espirógrafos, es mejor no alterarlos. Debemos acercarnos poco a poco para descubrir sus formas y colores sin provocarles ninguna reacción.

3. No persigas a los peces, moluscos o crustáceos. Ante el miedo a ser cazados, huyen o se esconden. En cambio, si pacientemente nos ganamos su confianza, puede que su curiosidad les empuje a acercarse a nosotros y podamos observarlos mejor.

4. No saques del fondo ningún “trofeo”, vivo o muerto. Todo lo que hay bajo el agua forma parte de los ciclos químicos y biológicos que dan estabilidad a los diferentes ecosistemas. Además, es una conducta impropia de un buceador que tiene el privilegio de observarlo todo en su medio natural debajo del agua y que no necesita contemplarlo en una vitrina al lado de otras naturalezas “muertas”.



5. Vigila que tus burbujas no se queden atrapadas en salientes rocosos, grutas o cuevas. Perturbarán las formaciones del techo y a la vida que vive incrustada en ellas.

6. No des de comer a la fauna salvaje, ni mates animales para que otros vengan a comérselos. Hay que respetar los procesos vitales que dan lugar a la selección natural que se produce en el medio.

Si quieres un buen recuerdo de tus inmersiones, lo mejor es que uses una cámara de fotos o de video. Así puedes cumplir una de las máximas del buceo sostenible: deja solo burbujas, llévate solo imágenes.

Al final de este capítulo te presentaremos a algunos de los seres vivos con los que vas a compartir tu tiempo bajo el agua.

## LOS SERES HUMANOS PONEMOS EN PELIGRO AL MAR

Conocer las zonas de buceo, su fauna y su flora es fundamental para concienciar a los buceadores de su importancia. No podemos proteger lo que no conocemos.

Hay cuatro grandes peligros de los que somos responsables los seres humanos: la contaminación, la introducción de especies invasoras, la pesca incontrolada y las actividades subacuáticas.

La contaminación puede ser de diferente tipo, siendo las contaminaciones química y física las más perjudiciales.

También hemos contribuido al desplazamiento de especies desde sus lugares de origen a otros, creando el concepto de especie invasora. Estas especies recién llegadas compiten con las autóctonas y, si se convierten en dominantes, pueden generar serios desequilibrios. Unos de los ejemplos más conocidos son el alga *Caulerpa taxifolia* y el mejillón cebra.

La pesca está cada vez más regulada, pero la gran demanda de algunas especies y la pesca indiscriminada han mermado la biodiversidad y la cantidad de individuos de muchas especies. El mayor impacto es el de las artes de pesca que son poco selectivas, como el trasmallo o el arrastre (este último además perjudica gravemente el fondo marino).

Desde el ámbito de las actividades subacuáticas, la FEDAS intenta minimizar el impacto dando una buena formación en este sentido a los buceadores. La formación y el respeto ha-

cia el medio en el que estamos permitirán que podamos seguir disfrutando de esta bonita actividad.

Existen muchas iniciativas, ya sean ciudadanas, gubernamentales o europeas, para la protección del mar. Las iniciativas de las instituciones estatales o europeas se centran en la protección de áreas para que se pueda conservar la biodiversidad. La mayoría de clubes de buceo participan de una forma u otra en la promoción del buceo sostenible y en la protección del medio. Pregunta en tu club.

## OTRO PATRIMONIO QUE HAY QUE CONSERVAR: EL PATRIMONIO HISTÓRICO Y CULTURAL SUBACUÁTICO

A lo largo del tiempo, los seres humanos han ido dejando huellas de su civilización que hoy encontramos en forma de ruinas o restos arqueológicos. Conocer nuestra historia no sería posible sin el análisis de esos restos que no solo tienen un valor material, sino que encierran muchas de las claves para conocer nuestro pasado. El conjunto de restos ocultos bajo la superficie del agua es nuestro Patrimonio Histórico y Cultural Subacuático.

Los restos sumergidos del pasado nos informan de los pueblos que vivieron volcados en el mar, de su comercio, artesanía, cultura e incluso de sus costumbres. Hace años que existe la arqueología subacuática como la ciencia que estudia, conserva y protege el patrimonio cultural sumergido.

En nuestras costas existen campañas de investigación dirigidas por universidades y organismos oficiales en las que, mediante una metodología rigurosa, se investigan y extraen dichos restos para su estudio y para la divulgación de los conocimientos que se han obtenido de ellos.



No podemos dejar que esos restos arqueológicos sean esquilados para obtener recuerdos. Es nuestro deber ayudar en su conservación. La ley española protege todos los restos arqueológicos, siendo un delito penal su extracción total o parcial sin permiso expreso del gobierno.

## Y NO DEBES OLVIDAR...

### **Anotar tus buceos en el libro de inmersiones**

Al finalizar la inmersión, es muy útil anotar en el libro de inmersiones las observaciones que hemos realizado, junto con los datos de la inmersión. Estas anotaciones nos servirán como recuerdo y para que la próxima vez que visitemos ese lugar podamos contrastarlas con las nuevas observaciones. Los datos de la inmersión, con la firma de nuestro compañero y el sello del club o centro de buceo, servirán para certificar tu experiencia como buceador y avalar el número de inmersiones que llevas.

### **Renovar la licencia federativa**

Además del carnet que acredita nuestra titulación de buceador, no debemos olvidar la licencia federativa que nos acredita como beneficiario del seguro de accidentes y de responsabilidad civil. Las condiciones de estos seguros se encuentran en cada federación autonómica y tu club puede ponerte al corriente del procedimiento para utilizarlo. La validez de la licencia federativa es de un año, al final del cual se debe renovar.

## Y el curso de B2E...

Para que tu formación sea completa y puedas disponer como buceador de total autonomía bajo el agua (junto con otro compañero de tu misma titulación), te recomendamos que realices el curso de B2E en cuanto completes las inmersiones que son preceptivas.

En ese curso recibirás la formación que complementa a la que has recibido en el curso de B1E y ampliarás la experiencia que hayas adquirido hasta ese momento como buceador. Sin embargo, la formación que se adquiere en el curso de B2E no puede ser sustituida simplemente por la práctica de más inmersiones. Un B1E con muchas inmersiones no deja de ser un B1E, pero un B2E, independientemente del número de inmersiones que tenga, siempre será un buceador con formación y autonomía para planificar, llevar a cabo y controlar sus inmersiones.





## APÉNDICE 1

# SOBRE LAS PRÁCTICAS

Los ejercicios que vas a realizar en las sesiones de prácticas tienen por objeto que conozcas cómo desenvolverte con tu equipo a lo largo de toda una inmersión. En este apartado no vamos a explicarte cómo se hacen los ejercicios, eso lo hará tu instructor en el lugar de las prácticas, pero sí que vamos a recoger algunas de las indicaciones que debes recordar.

## LOS EJERCICIOS EN LA PISCINA Y EN EL MAR

Hay diferentes formas de hacer las cosas en cada momento, cuando nos equipamos, cuando entramos en el agua, descendemos, nos movemos por el fondo, etc. En la Escuela Nacional de Buceo Autónomo Deportivo, recogiendo las experiencias de más de cincuenta años de enseñanza del buceo, hemos seleccionado para cada situación la forma más sencilla y más segura.

## LA TÉCNICA DEL BUCEO

Un buceador necesita ejecutar un conjunto de técnicas para realizar una inmersión de forma cómoda y segura. Y tiene que hacerlo con la habilidad y la constancia necesarias para que su memoria muscular tenga grabados esos procedimientos y técnicas y no requieran apenas de su atención durante el buceo. De ahí la repetición en el aprendizaje, el hacer siempre los mismos gestos.

Partimos del principio de que las condiciones en las que se practica la inmersión no son siempre las que deseáramos. El oleaje, las corrientes (esperadas o no), la visibilidad en el fondo y otra serie de factores pueden cambiar a lo largo de



una inmersión y es entonces cuando el mar nos exige que estemos bien preparados.

En una situación complicada o inesperada, un buceador con una buena técnica tendrá muchos menos problemas que otro que ha descuidado el cómo hacer las cosas.

Por ese motivo, tu instructor te dará las explicaciones detalladas de cómo realizar cada ejercicio. Te explicará también cuál es la razón por la que hay que actuar de una determinada manera y no de otra. Y cuando te haga una demostración, tienes que estar muy atento. No te quedes con ninguna duda, pregúntale todo lo que no hayas entendido.

Para adquirir la técnica precisa y segura, hay que practicarla una y otra vez, hasta que paulatina e inconscientemente la incorporemos a nuestra conducta habitual de buceador.

En cualquier caso, tu instructor insistirá en que apliques la técnica correcta, te corregirá y dará indicaciones para resolver todas las dificultades. Es tu entrenador y de su trabajo también dependen tus resultados.

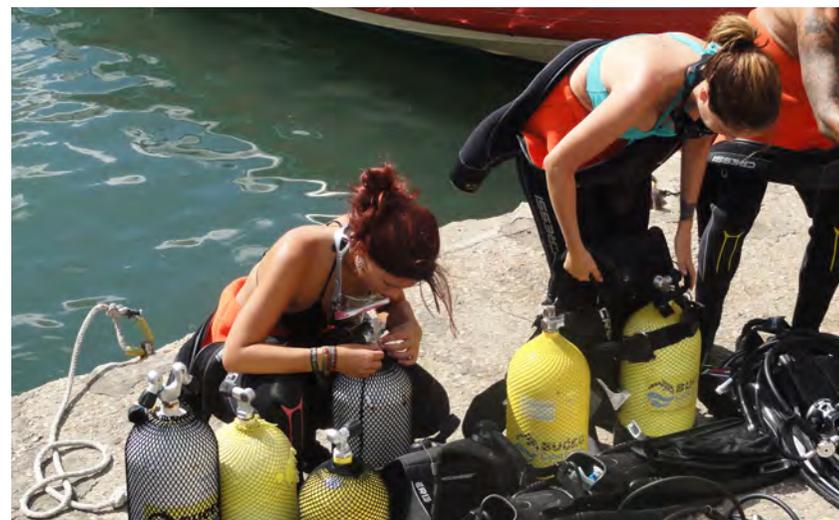
## PASOS PARA PONERNOS EL EQUIPO

**Recuerda que a partir de este momento no estás sólo, tienes un compañero con el que hacer las cosas.**

Si siempre nos colocamos el equipo con un mismo orden, el más apropiado, en poco tiempo lo memorizaremos y no nos olvidaremos de nada. Repasar ese orden mentalmente cuando guardamos el equipo para transportarlo de un lugar a otro, también nos servirá para evitar algún olvido lamentable.

Una buena forma de hacerlo es seguir los siguientes pasos:

1. Antes de que se moje la máscara, debemos tratar su cristal con una sustancia antivaho (normalmente, nuestra



propia saliva) para que luego no se empañe en el agua.

2. Montamos en la botella el chaleco y el regulador, comprobando el estado de la junta tórica, su funcionamiento y la presión de la botella. Cualquier problema que surja en ese momento, al no estar todavía equipados lo resolveremos cómodamente. Además, en la mayoría de los centros de buceo nos indicarán que transportemos de esta manera el equipo en el barco.

Es importante establecer la posición correcta de la botella respecto a nuestro cuerpo, de manera que no nos demos

con el regulador en la cabeza ni que quede muy baja. Una vez que hemos comprobado en la práctica cuál debe ser la posición, conviene recordarla para colocarla siempre de esa forma.

3. El traje nos lo debemos poner en un lugar cómodo y no mucho antes de entrar en el agua, para evitar el calor que puede producirnos estar con él puesto en la superficie. Si tenemos que vestirnos antes de subir al barco, consideraremos si lo hacemos completamente o si sólo nos ponemos una parte, dependiendo del tiempo de la travesía y de la temperatura que haga.

4. Una vez que nos hemos puesto el traje, nos colocamos el cinturón de lastre, disponiendo los plomos de forma apropiada para que podamos permanecer en equilibrio bajo el agua en posición horizontal.

Hay que procurar que nuestro centro de gravedad permanezca en el eje de nuestro cuerpo, teniendo en cuenta la influencia que tiene la botella sobre la posición de este.

5. Para colocarnos la botella, justo antes de entrar en el agua, debemos encontrar un lugar estable y que esté lo

más próximo posible al punto de entrada en el agua. Así evitaremos tener que desplazarnos con todo el peso del equipo por la superficie, hecho que en un barco puede ser incómodo e inseguro.

6. Las aletas son el elemento que más dificulta nuestros movimientos por la superficie. Por eso debemos colocarlas lo más cerca posible del lugar de entrada en el agua. En el caso de una embarcación pequeña, como una neumática, en la que no nos vamos a mover del sitio que



ocupamos para entrar en el agua, podemos colocárnoslas en primer lugar.

El compañero puede ayudarnos a colocarnos las aletas.

También nos pondremos antes las aletas si vamos a saltar al agua sin la escafandra, para luego colocarnos ésta flotando en la superficie. En este caso hay que observar la existencia de corriente, su intensidad y dirección (vamos a entrar sin el chaleco) y sujetar el equipo al barco en el caso de que no nos lo pasen desde él.

Nuestro equipo es cómodo debajo del agua, pero en superficie ya comprobarás que no es así. Por eso es muy importante que cada pareja de buceadores se ayude a equiparse.

Un buceador que es ayudado a colocarse la escafandra o a ponerse las aletas no es más inexperto... Simplemente está haciendo las cosas de forma más cómoda.

7. Debemos revisar el equipo del compañero antes de entrar en el agua. Es una garantía de que está todo bien colocado y que funciona.

Revisaremos: si lleva bien colocado el cinturón de lastre, el grifo de la botella abierto, la presión inicial de la botella, bien apretados los atalajes del chaleco, el manómetro y el octopus colgando por el lateral correspondiente y enganchados, y la tráquea del chaleco libre y preparada para que funcione el inflador automático.

Al realizar la revisión, si descubrimos algún elemento de su equipo que no sabemos cómo funciona, es el momento de que nos lo explique, por si tuviéramos que ayudarle.

## ENTRADA EN EL AGUA

Vas a practicar diversas formas de entrar en el agua, según sea desde una embarcación de borda alta o baja, o por una playa.

En todos los casos trataremos de reducir el impacto con el agua, no perder ningún componente del equipo y, si saltamos desde una embarcación, no engancharnos con algún saliente que pueda tener.

En cualquier caso, la máscara, la tráquea del chaleco y los latiguillos del regulador, manómetro y octopus deben estar bien colocados y sujetos.

Para asegurarnos de que después de saltar al agua salimos rápidamente a la superficie y quedamos flotando, inflaremos el chaleco antes de saltar al agua.

Es mejor entrar con el tubo en la boca que con el regulador, porque de esa manera no gastamos aire innecesariamente y evitamos el daño que nos puede ocasionar golpearnos con él en la boca al chocar con el agua. Pero podemos entrar respirando con el regulador si las condiciones de la entrada en el agua lo aconsejan, como por ejemplo si existe un fuerte oleaje o corriente, o que inmediatamente después de entrar al agua tengamos que descender.

Para evitar chocar con otro compañero, conviene que entremos en el agua cuando alguien nos dé la indicación de que la zona está libre.



Nuestro jefe de equipo debe aconsejarnos, en última instancia, cuál es la mejor forma de entrar en el agua.

Él o ella habrá valorado la fuerza de la corriente, si la hay, y nos dará las indicaciones necesarias para que permanezcamos en la superficie.

## EN LA SUPERFICIE DEL AGUA

Disponemos de un equipo que nos asegura la flotación y la respiración. Por lo tanto, tenemos que utilizarlo para evitar el cansancio y estar relajados.

El chaleco tiene que estar lo suficientemente hinchado para que flotemos sin ningún esfuerzo. No es necesario utilizar los brazos, ni siquiera las aletas, si el chaleco está correctamente hinchado.

Si no conseguimos mantenernos a flote por un mal funcionamiento del chaleco o por otro motivo, antes de cansarnos excesivamente conviene deshacernos del cinturón de lastre. Se lo pasaremos al compañero o lo soltaremos. Con el empuje que nos proporciona el traje será suficiente para quedar cómodamente flotando.

Respecto a la máscara, al principio cuesta un poco acostumbrarse a permanecer con ella colocada en la cara cuando estamos en la superficie, pero no hay que quitársela porque la podríamos perder. También existen otras razones para llevarla puesta. Por ejemplo, si se nos cae algún objeto y llevamos la máscara puesta, podremos observar el fondo y distinguir rápidamente dónde ha caído.

Además, la máscara protege nuestras fosas nasales de la humedad. Esto es muy importante, porque el agua en las fosas nasales puede provocar un acto reflejo e involuntario de bloqueo de la respiración. Es lo que se llama el ahogado blanco. Si siempre llevamos puesta la máscara, se encuentre el mar como se encuentre, nunca nos veremos sorprendidos.

Mientras esperamos en superficie o nos desplazamos por ella es conveniente respirar por el tubo. Es más difícil que de esta forma traguemos agua y, además, nos permite tener la cabeza sumergida. En esta posición aumentamos nuestra flotabilidad y nos encontramos más cómodos que si tuviéramos que estirar el cuello para mantener la boca fuera y no tragar agua. Sólo si tenemos dificultades con la utilización del tubo será recomendable utilizar el aire de la escafandra respirando por el regulador.



La seguridad que da el chaleco en la superficie del agua provoca que algunos buceadores consideren que se puede prescindir de la utilización del tubo y decidan, incluso, no llevarlo. Creemos que es un error, porque en una inmersión nunca sabemos como se van a desarrollar los acontecimientos. El mar puede cambiar, la distancia a recorrer por la superficie puede que sea mayor que la prevista, el aire de la botella se acaba, etc.

Como ejemplo vamos a plantear una situación no deseable pero que de forma inesperada puede suceder. Hemos salido de la inmersión lejos de la embarcación, el mar está agitado

y hemos consumido casi todo el aire en el ascenso. ¿Cómo regresamos al barco? ¿Desplazándonos durante todo el tiempo de espaldas boca arriba? En esta posición podemos ir respirando y de vez en cuando podemos descansar si dejamos de aletear, pero también cuesta mucho más llevar el rumbo correcto.

Desplazándonos boca abajo con las aletas, con el tubo en la boca, la cabeza sumergida y sin utilizar las manos para bracear (tal como se practica en el curso), seguiremos cómodamente el rumbo y aprovecharemos mejor el esfuerzo.

## LA POSICIÓN BAJO EL AGUA

Con la aparición de nuevos materiales y recopilando experiencias, el buceo deportivo se va renovando año tras año para ser cada día más eficaz y más seguro.

El buceo deportivo de mayor grado de dificultad, el que se realiza a más profundidad, en cuevas o bajo hielo, es un buceo especial que adopta unas técnicas y unos materiales comunes. La estandarización de las técnicas y protocolos se ha realizado después del contraste de ellos en miles de inmersiones. Hoy sabemos lo que es mejor y más seguro.



Una de las técnicas estandarizadas consiste en el mantenimiento de la posición horizontal por parte del buceador, tanto para realizar los ascensos como los descensos y para permanecer a cualquier profundidad.

La posición horizontal mirando al frente, con las piernas recogidas y los brazos ligeramente doblados a los lados del cuerpo y hacia delante, se ha considerado como la mejor posición para realizar el control de la flotabilidad y conseguir el deseado equilibrio entre el peso y el empuje por parte del buceador.

Un buceador deportivo, aunque no realice buceos extremos en profundidad, cuevas o bajo hielo, también puede mejorar su técnica de buceo si adopta esa posición que le ofrece varias ventajas.

La primera ventaja es que le obliga a mantener la flotabilidad con el aire del chaleco (y de los pulmones) en lugar de manoteando o aleteando. Si permanecemos sin movernos en esa posición y nos quedamos quietos, habremos logrado el equilibrio; si nos movemos hacia arriba o hacia abajo, no lo habremos logrado. Si no conseguimos mantenernos quietos, ya sabremos que debemos corregirlo vaciando o llenando con aire el chaleco o los pulmones.

La segunda ventaja es que la ingravidez que proporciona y la eficacia en el aleteo reducen el estrés físico del buceador. Por consiguiente, también reducen su consumo de aire. Se bucea más relajado, más tranquilo, y se disfruta más con todo lo que se ve bajo el agua.

La tercera ventaja tiene que ver con la seguridad. En esa posición horizontal, el rozamiento del cuerpo del buceador frena el desplazamiento vertical, hacia arriba o hacia abajo (por eso es la postura de los paracaidistas en caída libre).

Y la cuarta ventaja tiene que ver con realizar un buceo sostenible. Con la flotabilidad controlada y en esa posición las probabilidades de apoyarnos en el fondo o de aletear contra él son mínimas. Nuestro compañero nos agradecerá que no dificultemos la visibilidad levantando el sedimento del fondo y los invertebrados que allí viven también lo agradecerán.

## EL DESCENSO

Lo realizamos, como todo lo demás, junto a nuestro compañero. Antes de iniciarlo, cuando nos lo indique nuestro instructor, es conveniente seguir los siguientes pasos:

1. Indicamos a nuestro compañero, con la seña correspondiente, que vamos a descender.
2. Limpiamos nuestras fosas nasales para evitar que la mucosidad obstruya la trompa de Eustaquio y no podamos compensar.
3. Sustituimos el tubo por el regulador, evitando tragar agua por sorpresa.



4. Miramos la hora para controlar el tiempo de la inmersión o ajustamos el cronómetro del reloj. En el caso de utilizar un ordenador de buceo, comprobamos su funcionamiento.

5. Desde arriba echamos una ojeada al fondo por si podemos orientarnos en él con respecto a la superficie.

6. Con la seña del OK, confirmamos a nuestro compañero que estamos listos.

7. Si obtenemos la confirmación por su parte, comenzamos el descenso colocándonos en la posición horizontal y deshinchando el chaleco por la válvula dorsal posterior e inclinando el cuerpo ligeramente hacia el fondo.

Si no conseguimos descender pero estamos seguros de que hemos deshinchado el chaleco, probablemente no tengamos el lastre suficiente, en cuyo caso deberemos coger más. También puede suceder que aún no haya entrado agua dentro del traje y todavía tenga aire en su interior, lo que aumenta el empuje. En ese caso, ahuecarnos las mangas y el cuello pueden facilitar la salida del aire.

Intentaremos descender los primeros metros para comprobar si las causas desaparecen y podemos continuar la inmersión.

Para descender los primeros metros también podemos vaciar los pulmones expulsando aire, agarrarnos a un cabo que esté firme en el fondo, ser arrastrados por nuestro compañero o voltearnos y propulsarnos con las aletas.

Si después de intentarlo no lo conseguimos, deberemos realizar en la superficie un nuevo control del lastre aumentando el peso que llevamos en el cinturón.

## EL EQUILIBRIO EN EL FONDO

Si hemos descendido en la posición horizontal habremos ido controlando la flotabilidad (frenando poco a poco el descenso) y llegaremos al fondo equilibrados. Hay que prestar mucha atención a cómo aumenta nuestra velocidad y no dejarnos caer de golpe.

Una vez en el fondo, mantendremos la posición horizontal comprobando que estamos bien equilibrados. Cuando estemos seguros, mostraremos la seña de OK al compañero para empezar el recorrido.

Al principio del curso (sobre todo porque se entrena en lugares con poca profundidad), se tiene miedo a hinchar el chaleco por temor a que nos arrastre hacia la superficie. No debemos preocuparnos, para que el chaleco no nos arrastre hacia la superficie es preciso mantener la posición horizontal, estar atentos a nuestro desplazamiento vertical y reaccionar correctamente, tal como has entrenado en uno de los ejercicios que has practicado durante el curso.

Hay que mirar de vez en cuando el fondo o una pared próxima para notar cualquier leve subida y corregirla. Y si descu-

## **NO DEBEMOS OLVIDAR**

1. Descenderemos siempre junto a nuestro compañero.
2. La velocidad de descenso se irá incrementando por la reducción del volumen que experimentan el chaleco y el traje. Por esta razón debemos “frenar” agarrándonos a un cabo o hinchando el chaleco.
3. Debemos ir compensando la presión en los oídos poco a poco, antes de que aparezcan las molestias. En el caso de que no lo consigamos, subiremos hasta la última profundidad en que conseguimos compensar las presiones y volveremos a descender, poco a poco, compensando de nuevo.
4. Es muy conveniente ir haciendo algún vaciado de máscara sin desplazarla de la cara. Esto favorece la compensación de los oídos, impide que suframos un placaje con ella y nos permite acostumbrarnos a la sensación del agua en la cara.

brimos que estamos ascendiendo con cierta velocidad, reaccionar correctamente supone:

1. Expulsar inmediatamente aire por la boca. De esta forma no solo reduciremos el riesgo de una sobrepresión pulmonar, sino que también disminuirá nuestro volumen, es decir, reduciremos el empuje del agua.
2. Inclinar la cabeza y el cuerpo hacia el fondo, levantando las piernas mientras tiramos de la válvula posterior del chaleco para abrirla (y vaciarlo).

3. Si no conseguimos detener el ascenso, aletearemos hacia el fondo (ya tenemos la posición) y seguiremos tirando de la válvula.

## LA RESPIRACIÓN

Mediante algunos ejercicios nos acostumbramos a llevar el ritmo apropiado de respiración con el regulador, pero es muy importante darse cuenta cuando lo perdemos.

Fuera del agua, respirando normalmente, si realizamos un esfuerzo físico o nos ponemos nerviosos, se incrementa nuestro ritmo respiratorio porque hay una mayor demanda de oxígeno por los tejidos. Pero en cuanto cesa la causa que lo produce, recuperamos de forma inconsciente el ritmo natural de la respiración.

Si esto nos sucede bajo el agua, respirando con el regulador, la demanda de oxígeno que solicita nuestro organismo acelera también el ritmo respiratorio. Sin embargo, la respiración entrecortada con el regulador de un aire que es más denso genera una mala ventilación, acumulándose el  $\text{CO}_2$  en los pulmones. Como consecuencia de esa acumulación de  $\text{CO}_2$  necesitamos más oxígeno y el ritmo respiratorio se acelera

todavía más. La situación se convierte en un círculo vicioso porque al respirar más y seguir ventilando mal, seguimos incrementando la cantidad de  $\text{CO}_2$ .

Por eso es importante reconocer lo antes posible una situación en la que se pierde el ritmo respiratorio, porque la solución es muy sencilla si actuamos rápidamente.

**Si perdemos el ritmo respiratorio hay que PARARSE, RESPIRAR profundamente y PENSAR en eliminar, si podemos, la causa** que produjo ese incremento inicial del ritmo respiratorio. Pero sobre todo hay que respirar lenta y profundamente del regulador, asegurándonos una buena ventilación. Cuando recuperemos un ritmo pausado y podamos mantenerlo sin esfuerzo, continuaremos tranquilamente la inmersión.

## LA RESPIRACIÓN CON EL OCTOPUS

No necesitaremos utilizar el octopus del compañero si vigilamos la presión de nuestra botella y hacemos el recorrido de forma que todos los buceadores que forman el equipo lleguemos al lugar de ascenso con la reserva de aire intacta.

A pesar de los imprevistos (exceso de consumo, corriente fuerte, frío, etc.), es importante no agotar nunca el aire de nuestra botella, para no depender completamente del compañero.

En todo caso, si observamos que nuestro consumo es notablemente superior al del compañero, al alcanzar los 50 bar, deberemos emprender el regreso sin demora pudiendo respirar de su botella si fuera necesario.

### COMPARTIR UN REGULADOR

Es obligatorio que todos los buceadores lleven octopus, así que la probabilidad de que, ante una falta de aire, dos buceadores tengamos que compartir una única segunda etapa del mismo regulador, es mínima. Sin embargo, si esto sucede, conviene tener en cuenta algunas observaciones:

1. El buceador que ofrece su regulador se agarrará firmemente al otro por alguna parte de su equipo, por ejemplo de la hombrera del chaleco.
2. El buceador que ofrece su regulador mantendrá despegado el segundo cuerpo del regulador para que sea toma-



do por su compañero y, si es preciso, utilice el purgador.

3. Hay que esperar a que el buceador que recibe el regulador se lo meta en la boca, y procurar que la mano del que se lo ofrece no le dificulte su captura. De esta forma se evita perder unas décimas de segundo importantes, que pueden incrementar la angustia y el nerviosismo.

## EL ASCENSO A LA SUPERFICIE

Conviene hacer el ascenso hacia la superficie en la posición horizontal para controlar la flotabilidad y frenar mejor el ascenso en el caso de que nuestro empuje supere a nuestro peso.

Si ascendemos junto a un cabo no es necesario agarrarse a él a no ser que exista corriente, aunque mirarlo siempre será una buena referencia para controlar la flotabilidad.

No es conveniente agarrarnos y tirar del cabo para evitar ser arrastrados hacia arriba. Si el cabo del que tiramos corresponde al ancla de nuestra embarcación, podemos hacerla garrear. Y si el cabo es un fondeo fijo, así tampoco resolveremos nuestro desequilibrio, que se complicará aún más al subir unos metros.

En resumen, podemos ascender en posición horizontal, despacio (máximo 9 m/min) y controlando en todo momento la flotabilidad, sobre todo cuando cambiamos de cota. Si tenemos que realizar un ascenso de emergencia sin la boya de señalización, siempre lo haremos con un brazo extendido hacia arriba para indicar nuestra posición cuando salgamos a superficie.





FEDAS

**APÉNDICE 2**  
NUESTRA FAUNA SUBMARINA

## A estos “compañeros” de inmersión casi siempre los verás...



Estrella de mar  
*Hacelia attenuata*



Pepino de mar  
*Holothuria forskali*

Anémona del Atlántico  
*Telmatactis cricoides*



Erizo violáceo  
*Sphaerochinus granularis*





Espirógrafo  
*Sabella spallanzanii*



Mojarra  
*Diplodus vulgaris*

Salmonete  
*Mullus surmuletus*



Fredi hembra  
*Thalassoma pavo*





Sargo común  
*Diplodus sargus*



Reyezuelo  
*Apogon imberbis*

Fredi macho  
*Thalassoma pavo*



Salpas  
*Sarpa salpa*



## Hay que fijarse bien para verlos...



Vaquita suiza  
*Peltodoris atromaculata*



*Godiva banyulensis*

*Flabelina* sp.



Brótola de roca  
*Phycis phycis*





Rascacio  
*Scorpaena porcus*



Cabracho  
*Scorpaena scrofa*

Morena  
*Muraena helena*



Cangrejo ermitaño  
*Dardanus calidus*





Congrio y gamba  
boxeadora  
*Conger conger* *Stenopus  
spinosus*

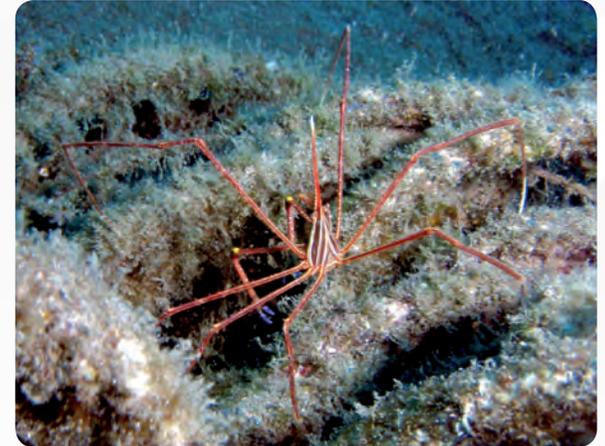


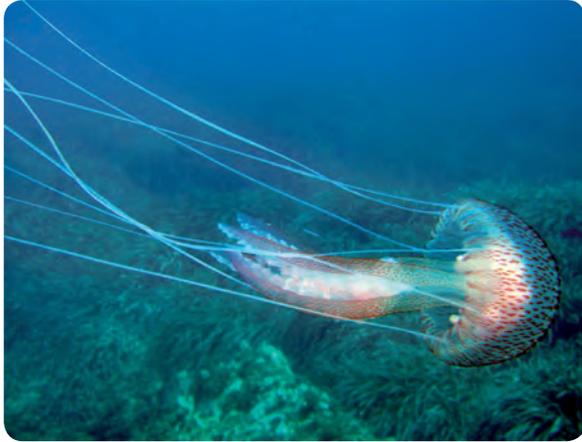
Mero  
*Epinephelus guaza*

Castañuela  
*Chromis limbata*



Cangrejo araña  
*Stenorhynchus  
lanceolatus*





Acalefo luminiscente  
*Pelagia noctiluca*



Medusa huevo frito  
*Cotylorhiza tuberculata*

Gorgonia roja  
*Paramuricea clavata*



Espetones  
*Sphyaena sphyraena*



## Fauna de Galicia y el Cantábrico



Faneca  
*Trisopterus luscus*



Caballito de mar  
*Hippocampus ramulosus*



Sepia  
*Sepia officinalis*



Rodaballo  
*Scophthalmus maximus*



Raya  
*Raja clavata*



Nécora  
*Necora puber*

Santiaguiño  
*Scyllarus arctus*



Rubio  
*Trigla lyra*



## Fauna de las islas Canarias



Coral negro  
*Anthipathes wollastoni*



Vieja  
*Sparisoma cretense*



Tamboril  
*Sphoeroides spengleri*



Pejepeine  
*Xyrichthys novacula*



Pejeperro  
*Pseudolepidaplois scrofa*

Pez trompeta  
*Aulostomus strigosus*



Catalufa  
*Heteropriacanthus cruentatus*





Roncadores *Pomadasys incisus*



Cigala canaria  
*Enoplometopus antillensis*

# RESPUESTAS CAPÍTULO 1

**1** - *Si no tenemos muchas ganas de sumergirnos y al mojarnos las muñecas y la nuca sentimos escalofríos, ¿qué debemos hacer?*

**A.- No iniciar la inmersión en esas condiciones**

B.- Asegurarnos de que el traje tiene el grosor adecuado

C.- Nada, es normal y ya se nos pasará

**2** - *Permanecer con todo el traje puesto, antes de la inmersión, durante bastante tiempo en un día de calor nos puede producir...*

**A.- Un desvanecimiento al entrar al agua**

B.- Una hipotermia

**3** - *Si durante una inmersión empezamos a temblar, debido al frío, deberemos avisar a nuestro compañero y juntos iniciar el ascenso.*

**A.- Cierto**

B.- Falso

**4** - *¿Por qué en el agua perdemos rápidamente calor?*

**A.- Porque es muy buena conductora del mismo**

B.- Porque siempre su temperatura es menor de 37 °C



# RESPUESTAS CAPÍTULO 1

5 - *La misión del traje de buceo es...*

- A.- Protegernos de las pérdidas de calor
- B.- Protegernos de raspones y heridas producidas por las rocas
- C.- Protegernos de picaduras de animales urticantes
- D.- Todo lo anterior**

6 - *Los trajes denominados húmedos...*

- A.- Dejan pasar el agua**
- B.- Se inflan con aire procedente de la escafandra
- C.- Tienen una cremallera impermeable

7 - *En aguas frías son complementos indispensables del traje...*

- A.- La capucha, los escaarpines y los guantes**
- B.- Los guantes y los escaarpines
- C.- Las rodilleras



# RESPUESTAS CAPÍTULO 1

**8 - Si un cuerpo tiene flotabilidad neutra...**

- A.- Predomina su peso
- B.- Predomina el empuje
- C.- Están equilibrados empuje y peso**

**9 - El empuje que sufre un cuerpo en el agua es proporcional al volumen que ocupa.**

- A.- Verdadero**
- B.- Falso

**10 - Al quitarnos el equipo en superficie para entregarlo a una embarcación, ¿qué es lo primero que nos tenemos que quitar y entregar?**

- A.- La escafandra
- B.- Las aletas
- C.- El cinturón de lastre**

**11 - ¿Cuándo debemos comprobar que llevamos el lastre necesario?**

- A.- Al llegar al fondo
- B.- Cuando cambiemos algún elemento del equipo como la botella o el traje**
- C.- Antes de saltar al agua



# RESPUESTAS CAPÍTULO 1

**12** - *La cantidad de luz que llega hasta una determinada profundidad depende de la que penetra desde el exterior y de la absorción de la luz por el agua.*

A.- Verdadero

B.- Falso

**13** - *El rojo es uno de los colores que más destaca a cualquier profundidad.*

A.- Verdadero

B.- Falso

**14** - *En el fondo, con la máscara, los objetos se ven más grandes y lejanos.*

A.- Verdadero

B.- Falso

**15** - *Como la visión en el fondo se reduce a unos cuantos metros...*

A.- Debemos estar muy próximos al compañero para no separarnos de él

B.- Debemos estar pendientes del recorrido que hacemos para encontrar el camino de vuelta

C.- Todo lo anterior

**16** - *Una linterna o un foco nos permiten ver los objetos con todo su colorido.*

A.- Verdadero

B.- Falso

**17** - *En el fondo todo se ve con un tono verde azulado por...*

A.- La dispersión de la luz

B.- La absorción

C.- La reflexión

D.- La absorción selectiva

# RESPUESTAS CAPÍTULO 1

**18** - *Los sonidos que se producen fuera del agua se transmiten de forma clara y con gran intensidad dentro del agua.*

A.- Verdadero

B.- Falso

**19** - *Al subir a superficie debemos ir mirando hacia arriba, girando y con un brazo levantado.*

A.- Verdadero

B.- Falso

**20** - *La distancia que nos separe de nuestro compañero debe ser aquella que nos permita, ante una emergencia, avisarle rápidamente y acudir a él.*

A.- Verdadero

B.- Falso



# RESPUESTAS CAPÍTULO 2

1 - *La presión atmosférica al nivel del mar siempre la consideramos de 1 atm*

A.- Verdadero

B.- Falso

2 - *La presión hidrostática a 15 m de profundidad es de 2,5 atm*

A.- Verdadero

B.- Falso

3 - *La presión absoluta a 18 m de profundidad es de 2,8 atm*

A.- Verdadero

B.- Falso



# RESPUESTAS CAPÍTULO 2

4 - *Al bajar un globo lleno de agua a 10 m de profundidad, su volumen disminuirá a la mitad.*

A.- Verdadero

B.- Falso

5 - *Si a 10 m de profundidad nuestro chaleco contiene un litro de aire, al llegar a superficie, si no lo vaciamos ese aire ocupará dos litros.*

A.- Verdadero

B.- Falso

6 - *El aire que respiramos a 20 m es tres veces más denso que el aire que respiramos en superficie y una bocanada de él contendrá tres veces más aire.*

A.- Verdadero

B.- Falso



# RESPUESTAS CAPÍTULO 2

7 - *No debemos sumergirnos con tapones en los oídos.*

A.- Verdadero

B.- Falso

8 - *Solamente si estamos acatarrados, la mucosidad de las fosas nasales puede dificultar que se compensen los oídos.*

A.- Verdadero

B.- Falso

9 - *Si al ascender sentimos molestias en los oídos, debemos descender e intentar compensarlos sin realizar la maniobra de Valsalva.*

A.- Verdadero

B.- Falso

10 - *Si estando en el fondo damos aire con nuestro regulador a un buceador en apnea, puede sufrir un accidente de sobrepresión pulmonar.*

A.- Verdadero

B.- Falso

11 - *Si se contiene la respiración en los últimos metros de ascenso a la superficie, es cuando hay más probabilidades de sufrir una sobrepresión pulmonar.*

A.- Verdadero

B.- Falso

12 - *Si tenemos que ascender sin poder respirar aire del regulador, debemos hacerlo con la nuca hacia atrás y soltando aire por la boca.*

A.- Verdadero

B.- Falso

# RESPUESTAS CAPÍTULO 2

**13 - Para descender desde la superficie primero tenemos que desinflar el chaleco y luego ir hinchándolo para equilibrarnos durante el descenso.**

A.- Verdadero

B.- Falso

**14 - Al realizar un ascenso, próximos a la superficie, el chaleco se dilata y puede empujarnos hacia ella.**

A.- Verdadero

B.- Falso

**15 - La cantidad de lastre que debemos llevar es la que nos permite tener siempre flotabilidad negativa.**

A.- Verdadero

B.- Falso



# RESPUESTAS CAPÍTULO 3

1 - *Para su uso, las botellas habitualmente se cargan a 200 bar.*

A.- Verdadero

B.- Falso

2 - *Una botella de 12 litros de capacidad cargada a 100 atm ¿cuánto aire contiene?*

A.- 120 litros

B.- 1.200 litros

C.- 100 litros

3 - *Una botella de 18 litros cargada a 200 atm, a 20 m de profundidad siempre dura una hora.*

A.- Verdadero

B.- Falso



# RESPUESTAS CAPÍTULO 3

4 - *Todas las griferías tienen el mismo tipo de conexión con el regulador.*

A.- Verdadero

B.- Falso

5 - *Enroscando un núcleo se puede transformar la conexión DIN del grifo en una INT.*

A.- Verdadero

B.- Falso

6 - *Las botellas deben ser transportadas con sumo cuidado, protegiendo sobre todo la grifería de posibles golpes, porque es la parte más delicada.*

A.- Verdadero

B.- Falso



# RESPUESTAS CAPÍTULO 3

**7 - Al entrar en el agua y durante la inmersión...**

- A.- Debemos asegurarnos de que llevamos el octopus en un lugar visible y enganchado para que no arrastre por el fondo
- B.- Debemos llevar el manómetro sujeto para que no arrastre por el fondo
- C.- Todo lo anterior

**8 - En el primer cuerpo del regulador se encuentra la cámara de alta y parte de la cámara de media.**

- A.- Verdadero
- B.- Falso

**9 - La válvula de purga o purgador sirve para vaciar de agua la cámara de presión ambiente y para poder liberar de la grifería el regulador.**

- A.- Verdadero
- B.- Falso

**10 - En el primer cuerpo del regulador se encuentran las salidas para conectar el manómetro, el inflador del chaleco y el octopus. A la salida que pone HP se conecta...**

- A.- El manómetro
- B.- El octopus
- C.- El inflador del chaleco

**11 - Cuando la junta tórica está deteriorada o se ha perdido hay que apretar más el regulador.**

- A.- Verdadero
- B.- Falso

# RESPUESTAS CAPÍTULO 3

**12 - La flotación varía con la profundidad y debe ser corregida inflando o desinflando el chaleco.**

A.- Verdadero

B.- Falso

**13 - Para sacar el aire del chaleco es necesario que la salida del aire se encuentre más alta, a menos presión.**

A.- Verdadero

B.- Falso

**14 - Cuando vaciamos o llenamos de aire el chaleco para conseguir una flotabilidad neutra, la reacción es inmediata.**

A.- Verdadero

B.- Falso



# RESPUESTAS CAPÍTULO 4

1 - *En un tejido saturado de nitrógeno se está disolviendo nitrógeno gaseoso en el líquido.*

A.- Verdadero

B.- Falso

2 - *Los componentes del aire se encuentran en él en la misma proporción.*

A.- Verdadero

B.- Falso

3 - *El nitrógeno del aire no es utilizado por el organismo.*

A.- Verdadero

B.- Falso

4 - *Cuando la sangre está sobresaturada de  $\text{CO}_2$  es porque la presión parcial del  $\text{CO}_2$  en la sangre es mayor que su presión parcial en el aire alveolar.*

A.- Verdadero

B.- Falso

5 - *Debido a que el nitrógeno es el gas con más concentración en el aire, en el descenso es el componente que más se disuelve.*

A.- Verdadero

B.- Falso

6 - *Los síntomas de la narcosis solo pueden aparecer a partir de los 56 m por una intoxicación de nitrógeno.*

A.- Verdadero

B.- Falso

7 - *El oxígeno es tóxico a partir de los 30 m.*

A.- Verdadero

B.- Falso

8 - *Siempre que ascendemos la sangre se encuentra sobresaturada de nitrógeno.*

A.- Verdadero

B.- Falso

9 - *El grado de sobresaturación depende de la cantidad de nitrógeno que tengamos en exceso y de la velocidad con la que subamos.*

A.- Verdadero

B.- Falso

10 - *Las microburbujas no producen la enfermedad descompresiva, pero pueden favorecerla.*

A.- Verdadero

B.- Falso

# RESPUESTAS CAPÍTULO 4

**11 - ¿Por qué es una situación de alto riesgo tener un exceso de nitrógeno que nos obligue a ascender haciendo paradas para evitar la sobresaturación crítica?**

- A.- Porque aumenta la probabilidad de alcanzar la sobresaturación crítica aunque subamos haciendo paradas
- B.- Porque en caso de interrupción de esas paradas la probabilidad de sufrir la enfermedad descompresiva es máxima
- C.- Porque podemos sufrir una narcosis
- D.- Son ciertas A y B**

**12 - Si queremos subir de 20 m a 3 m de profundidad, ¿cuánto tiempo debemos tardar como mínimo?**

- A.- Sólo está limitado el tiempo máximo
- B.- 1,5 minutos
- C.- 2 minutos**
- B.- 3 min



# RESPUESTAS CAPÍTULO 4

**13 - La velocidad de ascenso de 9 m/min además de evitar la sobresaturación crítica reduce el número de microburbujas.**

A.- Verdadero

B.- Falso

**14 - Si subimos desde 10 m de profundidad hasta la superficie en 10 segundos, ¿qué debemos hacer?**

A.- Repetir la subida más despacio

B.- No sumergirse y permanecer en observación sin realizar más inmersiones ese día

C.- Esperar allí 50 segundos y seguir con la inmersión

**15 - Si subimos desde 20 m a 11 m en 10 segundos, ¿qué debemos hacer?**

A.- Repetir la subida más despacio

B.- No sumergirse y permanecer en observación sin realizar más inmersiones ese día

C.- Esperar allí 50 segundos y seguir con la inmersión



# RESPUESTAS CAPÍTULO 5

1 - Si salimos del agua a las 10:00 h y volvemos a sumergirnos a las 13:00 h del mismo día, la segunda inmersión es...

- A.- Simple
- B.- Sucesiva**
- C.- Continuada

2 - Si salimos del agua a las 10:00 h y volvemos a sumergirnos a las 10:08 h del mismo día, la inmersión es...

- A.- Simple
- B.- Sucesiva
- C.- Continuada**

3 - Si salimos del agua a las 10:00 h y volvemos a sumergirnos a las 12:00 h del día siguiente, la segunda inmersión es...

- A.- Simple**
- B.- Sucesiva
- C.- Continuada

4 - Iniciamos el descenso a las 10:00 h. A las 10:10 h llegamos a un fondo de 18 m y permanecemos allí hasta las 10:45 h. Luego ascendemos lentamente a 9 m/min y salimos a superficie a las 10:47 h. ¿Cuál es el tiempo total de fondo (TF)?

- A.- 40 min
- B.- 45 min**

5 - Los factores de riesgo (obesidad, edad, alcohol, etc.) incrementan el riesgo de sobersaturación crítica durante el ascenso.

- A.- Verdadero**
- B.- Falso

6 - La máxima profundidad que puede alcanzar un equipo de buceadores es la máxima permitida al buceador de menor titulación.

- A.- Verdadero**
- B.- Falso

# RESPUESTAS CAPÍTULO 5

**7 - En una inmersión simple, si la profundidad máxima es de 17 m, ¿cuál es el tiempo límite?**

- A.- 55 min
- B.- 60 min**

**8 - En una inmersión simple, si la profundidad máxima es de 17 m, ¿cuál es el TL que debemos adoptar si hay factores de riesgo?**

- A.- 51 min**
- B.- 60 min

**9 - Si llevamos 48 minutos de inmersión y estamos a una profundidad de 20 m, ¿cómo debemos ascender?**

- A.- A una velocidad de 9 m/min
- B.- A una velocidad de 9 m/min y parándonos 3 min entre 6 y 3 m**

**10 - Vamos a bucear en un fondo de 17 m en aguas muy frías. ¿Cuál es el tiempo de fondo aconsejable?**

- A.- 46 min**
- B.- 55 min
- C.- 60 min



# RESPUESTAS CAPÍTULO 5

11 - Salimos del agua a las 10:55 h, después de haber permanecido un tiempo en el fondo de 35 min a 16 m. Si descendemos a una profundidad de 18 m a las 11:00 h, ¿cuál es el tiempo total de inmersión aconsejable para no rebasar la curva de seguridad?

- A.- 20 min
- B.- 16 min

12 - Salimos del agua a las 10:55 h después de haber permanecido un tiempo en el fondo de 35 min a 16 m. Si descendemos a una profundidad de 18 m a las 11:00 h, ¿cuál es el tiempo total de inmersión aconsejable en el caso de que nuestro estado físico no sea el ideal?

- A.- 11 min
- B.- 25 min

13 - Salimos del agua a las 10:55 h, después de haber permanecido un tiempo en el fondo de 35 min a 16 m. Si descendemos a una profundidad de 20 m a las 11:00 h, ¿cuál es el tiempo de fondo aconsejable para no rebasar la curva de seguridad?

- A.- 2 mín
- B.- 20 mín

14 - ¿Cuál es el coeficiente de salida de una inmersión de 26 min de duración a 16 m?

- A.- E
- B.- F

15 - Con un coeficiente de salida  $H$ , queremos bucear a las 2 horas de la salida del agua de la anterior inmersión. ¿Con qué coeficiente descenderemos?

- A.- F
- B.- D

16 - Descendemos en una inmersión sucesiva con un coeficiente  $F$  a una profundidad de 20 m, ¿cuál es el TNR?

- A.- 31 min
- B.- 35 min

17 - Si el TNR a 18 m es de 29 min, ¿cuánto tiempo podremos permanecer en el fondo sin rebasar la frontera de seguridad?

- A.- 22 min
- B.- 30 min

# RESPUESTAS CAPÍTULO 5

**18 - Antes de iniciar una inmersión es imprescindible que con el jefe de equipo nos pongamos de acuerdo en...**

- A.- El perfil de la inmersión y la profundidad máxima prevista
- B.- Repasar las señas
- C.- Todo lo anterior**

**19 - Después de salir de una inmersión, podemos bucear en apnea tranquilamente.**

- A.- Verdadero
- B.- Falso**



