

Buceo de altura

Se considera buceo en altitud, a toda inmersión realizada a partir de los trescientos metros de altitud (300 m). Por debajo de esta cota, no se considera que se deba realizar nada diferente a una inmersión a nivel del mar.

1. INTRODUCCIÓN A toda inmersión realizada en un lago, embalse, río, o en cualquier otro lugar, cuya altitud supere los 300 metros sobre el nivel del mar, se considera inmersión en altitud. Por lo general, corresponden a inmersiones realizadas en lagos de alta montaña, tan extendidas en algunos países Europeos, por ejemplo Suiza, pero tan extrañas para nosotros. Los que tenemos la gran suerte de tener el mar cercano siempre nos hemos preguntado que atractivo pueden tener éstas inmersiones, acostumbrados como estamos a la vida, formas y dinámica marina. Aunque para algunos de los buceadores que realizan buceo en altitud este tipo de buceo puede casi ser una obligación, por no tener el mar cercano o asequible, la gran mayoría de los buceadores que practican esta actividad lo hace por causas diversas, aunque no menos excitantes para los que amamos éste deporte. El buceo bajo el hielo, practicado normalmente en lagos de alta montaña, tiene unos atractivos específicos, como pueden ser: aventura, plasticidad de imágenes, contraluces, etc. Se puede, igualmente, practicar buceo en altitud para poder visitar pecios históricos o incluso pueblos fantasmas inundados por las aguas de un embalse. Como fácilmente se puede deducir uno de los "porques" común a todas estas inmersiones, es igualmente común a las inmersiones en el mar: la aventura.

2. CAMBIOS FISICOS EN ALTITUD Un factor decisivo, que va a jugar un papel fundamental en las inmersiones en altitud, es la presión atmosférica en el lugar de la inmersión. A nivel del mar la presión atmosférica es de 1 Atmósfera, 1012 milibares, o de 760 mm./Hg., dependiendo del sistema utilizado para su cuantificación. A medida que ascendemos estos valores irán disminuyendo, en mayor o menor magnitud dependiendo de forma directamente proporcional a la altitud en que se realice la inmersión. Si bien la presión relativa del agua del lago en altitud, despreciando la diferencia de densidad del agua dulce y salada, será la misma que la ejercida a la misma profundidad a nivel del mar, su presión absoluta será diferente dado que ésta es la suma de la presión relativa del agua y de la presión atmosférica; siendo la presión atmosférica diferente en ambos casos. Por todo lo expuesto, es fácilmente deducible que todos los cálculos que utilicemos, o realicemos, y que estén basados en presiones absolutas serán erróneos a diferentes altitudes de las tenidas en cuenta para dichos cálculos. Las Tablas de descompresión están calculadas teniendo en cuenta la presión atmosférica normal a nivel del mar; las Tablas de la Us Navy, por ejemplo, no pueden ser usadas en altitudes mayores de 300 metros sobre el nivel del mar, y las Bulhman hasta una altitud máxima de 600 metros. Valores fundamentales en el uso de las Tablas, como pueden ser profundidad, velocidad de ascenso, profundidad de la parada de seguridad o la profundidad de las paradas de descompresión, si es el caso, se verán alterados en mayor o menor medida dependiendo de la altitud. Así mismo, elementos de medición tales como profundímetros y ordenadores de buceo pueden presentar datos erróneos si tienen en cuenta la presión absoluta y están calibrados a nivel del mar.

3. LA FORMULA DE CHAUVIN Un miembro del G.E.R.S. de la Marina Francesa, el comandante Chauvin, creó una fórmula por medio de la cual podremos adaptar los valores de las Tablas de buceo, para poder usarlas en buceo en altitud. La fórmula de Chauvin se basa en la relación entre presión atmosférica y presión relativa a la profundidad alcanzada, usada para el cálculo de las Tablas, permitiendo conseguir con su uso los datos correspondientes a una inmersión ficticia, de ésta forma obtendremos los datos necesarios para la utilización de las Tablas de descompresión normales. El mismo principio es, también, aplicable para establecer los valores de la velocidad de ascenso, de la profundidad de la parada de seguridad o paradas de descompresión. La fórmula de Chauvin es la siguiente $P = (H/h) \cdot p$ donde: "P" = profundidad ficticia o teórica (profundidad en las Tablas), "p" = la profundidad real a la que se realiza la inmersión, "H" = la presión atmosférica a nivel del mar, "h" = la presión atmosférica a nivel del lago.

3.1 APLICACIONES PRÁCTICAS DE LA FÓRMULA DE CHAUVIN Como se comentó anteriormente, con la fórmula de Chauvin podemos calcular la profundidad ficticia o teórica, la velocidad de ascenso o la profundidad de la parada de seguridad, para poder usar las Tablas de buceo normales con seguridad. Veamos un ejemplo: Vamos a realizar una inmersión a 18 metros de profundidad, en un lago cuya presión atmosférica es de 610 mm.Hg. ¿Cómo deberemos tabular ésta inmersión, cuál será la velocidad de ascenso y a que profundidad deberemos realizar la parada de seguridad?

Profundidad ficticia o teórica.- Aplicando la fórmula de Chauvin, $P = (H/h) \cdot p = (760 / 610) \times 18 = 22'42$ metros. Según las Tablas de descompresión de la US Navy, ésta inmersión la deberíamos tabular como si la realizásemos a 24 metros de profundidad.

Profundidad de la parada de seguridad.- Partiendo de una profundidad de 5 metros a nivel del mar, y aplicando la fórmula de Chauvin, $p = (h/H) \cdot P = (610 / 760) \cdot 5 = 4$ mts. La cual sería la profundidad real a la que deberíamos hacer la parada de seguridad. De igual forma podríamos calcular la profundidad real de las paradas de descompresión si fuese el caso.

Velocidad de ascenso.- Partiendo de la velocidad de ascenso de 9 mts/min. de las Tablas de la Us Navy, $p = (h/H) \cdot P = (610 / 670) \cdot 9 = 7$ mts/min. Sería nuestra velocidad de ascenso en dicha inmersión.

4. MEDICION DE LA PROFUNDIDAD EN ALTITUD Tal como comentaba anteriormente, elementos de medición tales como los profundímetros u ordenadores de buceo pueden también, en menor o mayor medida, mostrarnos datos erróneos si trabajan con presiones absolutas y están calibrados a nivel del mar. En la actualidad, aunque algunos ordenadores de buceo deben ser seleccionados manualmente dentro de unos rangos de altitud previamente establecidos por el fabricante, otros llevan incorporados delicados sensores de presión que tienen en cuenta la presión atmosférica, por lo que ellos mismos se adaptan automáticamente; por ello, si cumplimos con las normas de uso dictadas para cada modelo por su fabricante, los ordenadores de buceo son más o menos fiables para su uso en inmersiones en altitud. No ocurre lo mismo con los profundímetros. Mientras los de tipo

"capilar" (Boyle-Mariotte), no se verán afectados al marcar las profundidades ficticias o teóricas directamente para ser usadas en las tablas, así como las profundidades reales de las paradas, los profundímetros de "membrana" o de "tubo de Bourdon", los más ampliamente usados, están graduados en función de la presión absoluta y calibrados a nivel del mar, por ello el buceador que use un profundímetro de éste tipo en inmersiones en altitud podrá conocer la presión absoluta, pero no la profundidad real, su profundímetro siempre marcará una profundidad menor. Teniendo en cuenta que el profundímetro de "membrana" o de "tubo Bourdon" nos da la presión absoluta en forma de profundidad, conociendo la altitud a la que realizamos la inmersión podremos calcular la profundidad real a la que estamos. Partiendo de que $P.\text{absoluta} = P.\text{relativa} + P.\text{atmosférica}$; si conocemos la presión absoluta (nos la da el profundímetro en forma de profundidad) y la presión atmosférica, podremos calcular la presión relativa a la que estamos, por lo tanto la profundidad real. Veamos un ejemplo: Realizamos una inmersión en un lago de montaña, cuya presión atmosférica es de 0'8 Atmósferas, en un momento dado de la inmersión nuestro profundímetro de membrana marca 18 metros. ¿A qué profundidad real estamos?. $18 \text{ mts.} = 2'8 \text{ Atm. de } P.\text{absoluta}$. Por ello, $P.\text{relativa} = 2'8 - 0'8 = 2 \text{ Atm}$, es decir estamos a una profundidad real de 20 metros.

5. PLANIFICACIÓN DE LA INMERSION EN ALTITUD La planificación previa a la inmersión es una de las partes fundamentales del buceo en altitud. Lo primero a tener en cuenta en éstas inmersiones es el periodo de adaptación: "esperar siempre entre 12 y 24 horas para bucear, desde la llegada al lugar de inmersión". Debemos recordar que nuestro cuerpo está saturado de nitrógeno a presión atmosférica a nivel de mar (+ 0'79 Atm.), por lo que al llegar al lugar de buceo estará sobresaturado, al disminuir la presión atmosférica; si iniciamos la inmersión tan pronto lleguemos, lo que realmente estaremos haciendo es una "teórica inmersión sucesiva", dado que en nuestro cuerpo existe una sobresaturación de nitrógeno, lo que comúnmente conocemos como "nitrógeno residual". Como regla general, cuando realicemos una inmersión en altitud deberemos calcular todos los valores previamente a cualquier planificación, con los cálculos ya realizados, los comentaremos con todo el grupo y repasaremos nuevamente los valores obtenidos en los cálculos previos. Esta metodología disminuye cualquier error que podamos cometer. Antes de la inmersión comprobaremos también nuestros elementos de medición, si usamos un ordenador de buceo deberemos seleccionar la altitud correspondiente a la inmersión, haciéndolo siempre por exceso, siempre que el ordenador no sea auto-programable; Si estamos usando un profundímetro de membrana o de tubo de Bourdon calcular las profundidades que marcará cuando estemos a la máxima profundidad planificada y al alcanzar la parada de seguridad. Mas allá de cualquier norma de seguridad que podamos plantear, recordar siempre que el buceo en altitud tiene características particulares y que conlleva un mayor riesgo de sufrir un ataque de presión (enfermedad descompresiva), por lo que deberemos siempre ser muy conservadores. He aquí unas pequeñas normas de seguridad: Realizar un periodo de aclimatación a la altitud de entre 12 y 24 horas. Realizar todos los cálculos necesarios antes de comenzar la inmersión. Aumentar los márgenes de seguridad, la liberación del nitrógeno excedente en nuestro cuerpo después de una inmersión en un lugar donde la presión atmosférica es inferior a la del nivel del mar es más larga. Algunos investigadores proponen ampliar el intervalo de superficie a 24 ó 48 horas. Evitar las inmersiones sucesivas. Mantenerse hidratado antes y después de la inmersión. Evitar los ejercicios vigorosos mientras se bucea. No pasar frío o calor extremos.

Además, a estas altitudes de más de 300 metros, el agua suele estar mucho más fría, y en ocasiones incluso helada en la superficie, lo que exigirá aclimatarse debidamente, no solo a la falta de aire, sino también a las temperaturas reinantes en esa cota. Lo normal es que este tipo de inmersiones se realicen en lagos, presas o ríos ubicados en altitud.

Existen tablas especiales, distintas a las de buceo al nivel del mar (cuyo uso debemos conocer) , para corregir las variaciones en el control de la presión parcial de oxígeno en estas inmersiones, pero hay que tener cuidado con su uso, ya que no siempre funcionan correctamente a grandes altitudes.

Se ha demostrado, que a partir de los 300 metros, la probabilidad de Hipoxia, aumenta exponencialmente.

De cara a la realización de inmersiones en altitud, deberemos estar formados en esta especialidad, y acudir con instructores experimentados, y guía del lugar. Más si cabe si la inmersión se realiza bajo el hielo.
Material para el buceo en altitud :

En principio, no se requiere de material especial para estas inmersiones, siempre que sean aguas no heladas. Si son aguas heladas, deberemos tener reguladores adaptados para este tipo de inmersiones, pero el buceo en altitud como tal no requiere de material especial.

Atención especial a los ordenadores de buceo, ya que algunos de ellos solo trabajan a 1 Atm de presión, y cuando estamos en altitud, la presión disminuye, y los ordenadores de este tipo se quedan descalibrados.

Cambios en los principios básicos del buceo :

La parada de seguridad, no es necesario que sea tan larga. La velocidad de ascenso debe ser más lenta, y los ordenadores de buceo calibrados a 1 Atm (Atmósfera) debe leerse pensando que siempre los datos serán menores, al encontrarnos a una altitud superior a los 300 metros sobre el nivel del mar Tablas de descompresión en altitud :

Normalmente para bucear en altitud, nos desplazamos a una zona más alta. Esto supone que debemos aclimatar nuestro cuerpo a estas nuevas condiciones antes de empezar la inmersión, de cara a igualar la presión parcial de nitrógeno a esa altitud, y someternos ya a las tablas de descompresión de esa altitud.

Existen trucos diversos, como la denominada regla del 4%, las tablas de la armada americana, el método de metros sobre el nivel del mar, y el más fiable, la ecuación del cambio de presión. Cursos de formación para el buceo en altitud : Todas las organizaciones (PADI, Fedas, Cmas, ... ofrecen especialidades de buceo en altura, es por tanto vital que antes de realizar una inmersión de este tipo estemos debidamente instruidos. Una inmersión bajo el hielo, y en altura requiere además otra formación

La Vida bajo el hielo

Bajo el hielo la vida es como una cueva. Las truchas son las únicas compañeras en un espacio frío y sobrecogedor en el que apenas crece la vegetación. Un pequeño agujero hecho con una sierra es el único vínculo con el espacio exterior, una ventana tan insignificante que muchos no pueden vencer una angustiada claustrofobia cuando se introducen por él. Víctor Orúe, instructor de buceo en altitud bajo hielo, asegura que "no tienes esa sensación si no la tienes por naturaleza. Hay quienes han desistido de intentarlo pero generalmente no ocurre".

No obstante, hay algunas leyes no escritas que definen con claridad la actividad. "El buceo son leyes físicas y cabeza, todo depende de controlar la cabeza y no perder la calma" afirma Víctor.

Bajo esta máxima practican una actividad apasionante que consideran "inigualable". El lago del Balneario de Panticosa es el único escenario en el que se ha practicado hasta el momento el buceo bajo hielo en nuestro país. Desde que el Osca-Sub comenzó en 1990 han realizado quince inmersiones y actualmente están diseñando junto con la Federación Aragonesa de Actividades Subacuáticas la creación de una Escuela de Buceo en Altitud Bajo el Hielo que se instalará en el propio Balneario. "Cada año que pasa el lago está más sucio. Hace unos años casi podías ver los dos extremos pero ahora es imposible. A determinada profundidad es imposible seguir porque la visión es nula, hay muchas partículas".

"Esto es muy triste" revela Víctor Orúe. Será por eso y porque el buceo bajo hielo es ante todo una actividad de gran exigencia técnica, por lo que los miembros del Club Osca-Sub no desearían ver convertida su pasión en un mundo de masas. "No creemos que eso se produzca algún día. Se puede probar alguna vez pero es difícil que se convierta en un hábito".

Cómo hacerlo

No es lo mismo bucear en el mar que en altitud. Aunque la profundidad del lago del Balneario de Panticosa es de 14 metros, el descenso real para el organismo humano es de 15 metros por la incidencia de la altura. La Federación Aragonesa considera que son necesarias un mínimo de cuarenta inmersiones para estar en condiciones de afrontar con garantías el reto de bucear en altitud bajo hielo. En función de los componentes del grupo se forman tandas de dos alumnos con un instructor que van enganchados a un carrete guía. Este enlace es un seguro de vida, una conexión con el exterior necesaria para evitar que una hipotética desorientación convirtiese el lago helado en un cajón sin salida. Las inmersiones suelen durar media hora y se pueden realizar con trajes de neopreno húmedos o secos. No obstante, las bajas temperaturas del agua recomiendan el uso del segundo pese a su alto coste. La única exigencia es que la primera etapa del regulador de las botellas sea estanco para evitar que se bloquee el aire por la formación de hielo en el interior. El buceo es un deporte relativamente asequible. El desembolso más fuerte procede del traje, cuyo precio varía entre las ochenta mil y las ciento cincuenta mil pesetas. Las botellas las puede proporcionar el propio club.