

INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL

LECTURAS DE APOYO PARA BUCEO I

M. en C. ANA LAURA DOMÍNGUEZ OROZCO
(BUCEADOR DE AGUAS ABIERTAS, P.A.D.I.)
Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional
Unidad Sinaloa
Guasave, Sinaloa

BIOL. MAR. MA. DEL SOCORRO MUÑETÓN GÓMEZ
(BUCEADOR UNA ESTRELLA, F.M.A.S.)
Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas
La Paz, Baja California Sur

2004

INDICE

	PAGINA
LISTA DE FIGURAS	3
PREFACIO	4

ADVERTENCIA	5
I DECÁLOGO DEL BUCEADOR	6
II HISTORIAL CLÍNICO, FORMA FÍSICA Y CAPACIDAD PARA EL AGUA 7	
III LA LLAMADA DEL MAR	9
IV EQUIPO BÁSICO Y ADICIONAL	11
V FISIOLOGÍA DEL BUCEO	15
VI OCEANOGRAFÍA	22
VII FAUNA PELIGROSA	24
VIII COMUNICACIÓN BAJO EL AGUA	26
IX MEDIDAS DE SEGURIDAD	30
X TABLA DE NO DESCOMPRESIÓN	32
XI TIPOS DE BUCEO	41
XII RECOMENDACIONES	41
XIII BIBLIOGRAFÍA	43
XIV GLOSARIO	44
AGRADECIMIENTOS	46

LISTA DE FIGURAS

FIGURA No.	PAGINA
1 Diferentes tipos de esnorqueles a) recto b) curvo c) flexible	11
2 No. de series y letras en el tanque	12

3 Flotador y banderín de buceo

14

4 Comunicación bajo el agua

- 1) alto
- 2) hacia abajo
- 3) hacia arriba
- 4) correcto
- 5) correcto {a distancia}
- 6) algo va mal
- 7) peligro, recoger rápido
- 8) dificultad para respirar
- 9) sin aire
- 10) respiración compartida
- 11) peligro
- 12) fatiga
- 13) fauna peligrosa
- 14) sostener todo
- 15) que hora
- 16) que dirección
- 17) recógeme
- 18) problemas con el oído
- 19) frío
- 20) dolor
- 21) atención

PREFACIO

“La historia del retorno del hombre al mar se remonta a varios miles de años. Pero solo en épocas recientes, los equipos y técnicas modernas nos han abierto las fronteras de un mundo que desafía la imaginación. Al explorador submarino le aguardan paisajes y aventuras verdaderamente extraordinarias”

(1977)

JACQUES-YVES COUSTEAU

ADVERTENCIA

NINGUNA PERSONA DEBE INTENTAR POR SI MISMO EL DEPORTE DEL

BUCEO LIBRE O CON EQUIPO AUTÓNOMO. EL NOVATO EN EL BUCEO SOLAMENTE PODRÁ LOGRAR EL ADIESTRAMIENTO EN BASE A UN CURSO DE INSTRUCCIÓN PERFECTAMENTE ORGANIZADO Y ASÍ DISFRUTAR PLENAMENTE Y CON AGRADO DE ESTE DEPORTE ACUÁTICO. EXISTEN VARIAS ORGANIZACIONES QUE ADIESTRAN Y EXTIENDEN CERTIFICADOS PARA LOS DIFERENTES NIVELES Y EN LAS DIFERENTES ESPECIALIDADES.

I DECÁLOGO DEL BUCEADOR

- 1.- SIEMPRE ESTAR EN FORMA
- 2.- SE DEBE DE TENER UN CERTIFICADO DE BUCEO.
- 3.- POSEER UN BUEN EQUIPO.
- 4.- SIEMPRE SE DEBE USAR AIRE FILTRADO COMPRIMIDO EN
LOS TANQUES.
- 5.- NUNCA BUCEAR SOLO.
- 6.- CONOCER LA ZONA DE BUCEO Y PLANEAR LA
INMERSIÓN.

- 7.- UTILIZAR UNA EMBARCACIÓN CON BOYA Y BANDERA.
- 8.- NUNCA BUCEAR CUANDO SE ESTE CANSADO.
- 9.- JAMAS SE DEBE RETENER EL AIRE AL ASCENDER A LA SUPERFICIE.
- 10.- ESTAR PREPARADO PARA LAS EMERGENCIAS Y BUSCAR AUXILIO MEDICO CUANDO SEA NECESARIO.

E.H. LANPHIER (en: Anónimo, 1990).

II HISTORIAL CLÍNICO, FORMA FÍSICA Y CAPACIDAD PARA EL AGUA

La persona que va a practicar este deporte se debe de dar cuenta que se tienen ciertos limitantes cuando se bucea, y por lo tanto se necesita contar con un margen de seguridad que le permita disfrutar plenamente de esta actividad.

Por otro lado debe de estar en buenas condiciones de salud, las personas sedentarias estarán en dificultades cuando se den cuenta de la rapidez con que se pueden perder calorías al contacto con el agua fría. Hay ocasiones en las que se requiere de nadar largos tramos, además del peso adicional del equipo (Counsilman & Drinkwater, 1972).

El que practica el buceo debe de ser capaz de pensar con claridad y de decidir inteligentemente. Las personas emocionalmente inestables o las personas que sufren pánico con facilidad, no deben de intentar el buceo, cuando algo inesperado sucede bajo el agua, el buzo debe de saber reaccionar con rapidez y en forma inteligente, tanto para su propia seguridad como la de los demás que bucean en su compañía.

Sin embargo, antes de aprender a bucear, el novato deberá someterse a un examen médico; especialmente por lo que se refiere al corazón, pulmones, oídos, senos frontales, nariz, bronquios, ya que debido a cualquier desorden o malestar en algunos de estos órganos puede representar un peligro para el buceo (Counsilman & Drinkwater, 1972).

Hay que recordar que bucear entraña siempre realizar un esfuerzo pesado a demás todas las cavidades de nuestro cuerpo que contienen aire deben de equilibrar la presión con facilidad ya que una obstrucción o una dificultad puede provocar accidentes graves.

Como por ejemplo, una pérdida de conciencia momentánea bajo el agua puede producir la muerte, por eso un buzo no debe de sufrir de epilepsia, síncope o problemas de diabetes. Por otro lado la carencia de estabilidad emocional perjudica gravemente no sólo al buceador sino también a sus compañeros.

El buzo debe de tener conocimientos de salvavidas y técnicas de seguridad en el agua, así como de primeros auxilios, como la técnica de respiración artificial, la cual puede significar salvar una vida en caso de peligro (Counsilman & Drinkwater, 1972). Por lo tanto un curso de buceo deberá contemplar técnicas de salvamento y primeros auxilios.

Se enlistan a continuación algunas de las preguntas más comunes en un historial clínico que están relacionadas con el buceo:

HISTORIAL CLÍNICO

- 1.- NOMBRE, PESO Y ESTATURA
- 2.- ¿SE TIENE ALGUNA EXPERIENCIA EN EL BUCEO?
- 3.- ¿HA VOLADO ALGUNA VEZ Y SE HA TENIDO DIFICULTAD EN EQUILIBRAR LA PRESIÓN DE LOS OÍDOS?
- 5.- ¿PARTICIPA EN DEPORTES ACUÁTICOS?
- 6.- ¿FUMA?
- 7.- ¿INGIERE BEBIDAS ALCOHÓLICAS?
- 8.- ¿SE HA HECHO POR PRESCRIPCIÓN MEDICA UN ELECTROCARDIOGRAMA Y/O ENCEFALOGRAMA?
- 9.- ¿SE PADECEN DE MANERA FRECUENTE RESFRIADOS O DOLOR DE GARGANTA?
- 10.- ¿ALERGIAS, SINOSITIS, ASMA, JADEOS?
- 11.- PALPITACIONES RÁPIDAS (TAQUICARDIA)
- 12.- TENSION ALTA O BAJA
- 13.- ¿DOLORES EN EL VIENTRE O ESPALDA?
- 14.- ENFERMEDADES DEL RIÑÓN, VEJIGA
- 15.- ¿SE TIENEN PROBLEMAS RELACIONADOS CON LOS NIVELES DE AZÚCAR EN LA SANGRE?
- 16.- ¿REUMATISMO O ARTRITIS?
- 18.- ¿MAREOS, DESMAYOS, CLAUSTROFOBIA O VÉRTIGO?

Antes de practicar el buceo es indispensable nadar bien. A continuación se menciona unas de las reglas que se han establecido como mínimas que se necesitan para bucear con éxito y que constituyen una buena prueba preliminar. No se debe de utilizar medios que faciliten la natación.

- 1.- NADAR 300 METROS
- 2.- SUMERGIRSE 3 METROS

- 3.- NADAR 15 METROS BAJO EL AGUA, SIN SALIR A LA SUPERFICIE
- 4.- MANTENERSE A FLOTE POR 10 MINUTOS
- 5.- REMOLCAR A UNA PERSONA 40 METROS

III LA LLAMADA DEL MAR

Si un extraterrestre visitará la tierra se vería asombrado por los océanos, ya que como se sabe es el único planeta que tiene agua. Esta cubre más del 71% de la superficie de nuestro globo (Brindze, 1960).

Las primeras inmersiones que llevaron a cabo los antepasados estuvieron motivadas probablemente por la búsqueda del alimento. Los pescadores empezaron, sin duda por recoger durante la bajamar ostras y moluscos diversos, aventurándose luego cada vez más lejos de la costa. Nadie sabe cuando el hombre por vez primera descubrió que podía retener la respiración. Sin embargo, se puede suponer que los orígenes se remontan a más de 500 años (Anónimo, 1975).

Uno de los primeros registros relacionados con el buceo datan del siglo V A. de C.; Escilias de Escione y su hijo Ciana, dos famosos buceadores de la antigüedad se sumergieron para cortar las amarras que retenían las naves de guerra del rey persa Jerjes, ancladas en el cabo Artemisión. A continuación se desencadenó una violenta tempestad, donde los barcos primero se fueron a la deriva y luego a pique, alzándose así los griegos a la victoria.

Hasta el siglo XVI, los progresos en el campo de la exploración submarina fueron más bien lentos. Leonardo Da Vinci concibió un aparato de buceo, un submarino tal vez. Sin embargo, Leonardo nunca quiso divulgar sus planes debido (según decía expresamente) "a la naturaleza diabólica del hombre, que práctica el asesinato en el fondo del mar" (Cousteau, 1977).

Se tienen reportes que uno de los primeros intentos en construir submarinos fue del holandés Cornelius van Drebbel. El cual fue probado en el Tamesí cubriendo una corta distancia. Desafortunadamente, no existen pruebas suficientes que justifiquen tal acción, pero de todos modos es de gran importancia ya que este aparato tenía una sustancia química misteriosa llamada "QUINTAESENCIA", la cual representaba la atmósfera terrestre dentro del submarino (Shenton, 1972).

Aún empeñándose en inventar máquinas que permitirían al hombre sumergirse, observar y actuar eficazmente en condiciones de relativa comodidad, en seco y al abrigo de los efectos de la presión hidrostática, los inventores de antaño no lograron dejar de pensar en la inmersión en apnea. Por eso la mayoría de los proyectos, incluso los de Leonardo Da Vinci, eran tan fantásticos como impracticables; tan irrealizables como contrarios a las leyes de la naturaleza.

Uno de ellos fue John Lethbridge en 1715, quién inventó una armadura de inmersión y afirmó que gracias a tan curiosa escafandra, había conseguido alcanzar centenares de veces profundidades del orden de las diez brazas. Poco tiempo después el inventor inglés Rome construía un aparato del mismo tipo, y tan poco realista como aquél, pues comportaba también los famosos agujeros para brazos.

No cabe la menor duda de que sólo un armazón herméticamente cerrado permite al buceador mantenerse a la presión atmosférica. Cualquier parte del cuerpo blanda y flexible, como las mangas del buzo es empujada inexorablemente hacia el interior de la escafandra por la presión del agua en cuanto alcanza la profundidad de unos cuantos metros.

Ahora se sabe que para explorar las zonas profundas de los océanos se necesita la protección de un metal rígido para soportar la presión que se ejerce a este nivel. Los primeros intentos fueron realizados en una estructura rígida llamada batiesfera en el año de 1934 por William Beebe Y Otis Barton, quienes alcanzaron la profundidad de un poco más de 2 km., donde la presión es de 7, 016 tons (Brindze, 1960).

El primer equipo autónomo que tuvo éxito consistió de una unidad de circuito cerrado (con oxígeno respirable) diseñado por un inventor llamado Fleus en 1878. Estos equipos de circuito cerrado todavía los usa la milicia, porque no expelen burbujas de aire y no revelan la posición del buzo. Sin embargo son extremadamente peligrosos porque el buzo respira oxígeno puro el cual, tiene efectos tóxicos a profundidades mayores de 8 metros.

Otros dos franceses Cousteau y Gagnan, diseñaron el primer equipo autónomo en 1943. El regulador del aire indispensable para respirar facilitando al buzo aire solamente cuando espira. Se denomina de circuito abierto porque se inhala aire comprimido común y corriente, solamente una vez ya que el aire que se exhala, se expele dentro del agua (Counsilman y Drinkwater, 1972). Se le conoce como S. C. U. B.A.

Hoy en día, este aparato es el más usado en el deporte del buceo a nivel mundial. La libertad de movimiento que brinda no sólo arrojó un rápido crecimiento a este deporte, sino que el mundo de la ciencia y del comercio también se vio grandemente beneficiado (Anónimo, 1975). Biólogos, geólogos, zoólogos y arqueólogos han incursionado en el mundo submarino.

IV EQUIPO BÁSICO Y ADICIONAL

VISOR. - Una de las piezas del equipo de buceo que ha sido diseñada especialmente para este deporte ha sido el visor. Este le provee al buzo una clara visión en el agua, mientras que aparte protege los ojos. El visor protege y cubre inclusive a la nariz, pero no la boca. La posibilidad de experimentar un squeeze de ojos utilizando el visor es prácticamente nulo (Springer, 1983). El vidrio tiene que ser templado y no común o de plástico ya que estos se raspan y se empañan con facilidad. Debe de ser justo y para probarlo, se coloca en la cara en la forma de como se pretende usarlo, adaptándose este a la cara y manteniéndose por la simple succión. Lo anterior quiere decir que se cuenta con la selladura correcta. El esnorquel empotrado en el visor son estorbosos e inadecuados en un equipo de buceo autónomo de buceo.

ALETAS . - Este aditamento fue diseñado para adquirir una mayor velocidad y poder de desplazamiento en el agua con un pequeño esfuerzo por parte del buzo. Hay dos variedades de aletas, con tirante o con trabilla o de las de tipo que cubre y se adapta al tobillo. Este último protege al nadador contra la excoriación de las rocas y corales. Aunque sin embargo si se escoge un modelo con trabilla pueden utilizarse botas o zapatos especiales para bucear.

ESNORQUEL. - Consiste en un tubo con una boquilla en su parte inferior, el cual le permite al nadador mantener la cara bajo el agua y poder respirar (Springer, 1983). Existen tres formas generales de esnorquel (Fig. 1).

Fig. 1 Diferentes tipos de esnorquel. a) recto b) curvo c) flexible
I

ANQUE DE AIRE. - Hay tanques de duraluminio con una capacidad de 80 pies cúbicos de aire comprimido con 3000 Lbs. /pulg² de presión, y los tanques estándar de acero contienen 71.2 pies cúbicos de aire comprimido, lo cual equivale a cerca de 2,000 Lbs./pulg² de presión por pulgada cuadrada. Se debe evitar el golpear los tanques sobre todo en la válvula. Deben de ser revisados una vez al año (prueba visual) y cada cinco años (prueba hidrostática). El aire que contiene los tanques esta compuesto de O₂ 20.70%, N₂ 79%, y CO₂ 0.3%. Los tanques deben de tener una serie de

números y de letras: (Fig. 2)

DO.- Es la agencia de transporte que pone los estándares de seguridad de los contenedores de alta presión.

3AA.- Se usa para describir los metales usados en el tanque, si son de aluminio deberán de ser SP6498. La SP es un estándar y el 6498 es el número dado por ALCON ALUMINIO.

2250.- Puede ser de 1800 a 5000. Es la presión a la que está el tanque .

ABC.- El símbolo de manufactura.

123456.- El número de la serie del tanque.

11N78+.- Indica cuando fue realizada la prueba hidrostática en el mes 11 del año de 1978, la N es el símbolo usado por la agencia hidrostática dado por el DOT. Un + significa que el tanque puede ser presurizado a un 10% sobre la presión a la que trabaja, esta última solo se pone en tanques de acero.

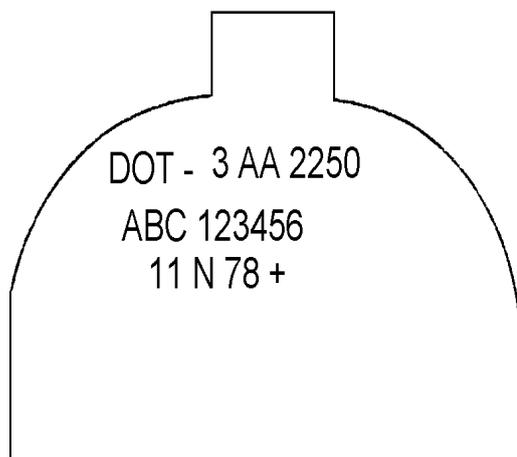


Fig.2 No. de series y letras en el tanque.

VÁLVULA.- Esta controla el flujo o suministro de aire del tanque. Si se acciona la válvula en el sentido de las manecillas del reloj hasta su tope, la válvula queda cerrada. Existen varios tipos de válvulas.

("K")= Tipo estándar no incluye aire de reserva y solamente abre el orificio de alta presión.

("J")= También llamada válvula de resorte, permite al buzo una reserva constante de aire. Cuando la presión del aire baja a menos de 300 libras por pulgada cuadrada, el resorte cierra el orificio, por lo tanto el buzo tiene que jalar de la palanca para utilizar el aire de reserva.

("R")= Incluye un orificio que dificulta la respiración cuando la presión en el tanque disminuye en forma apreciable.

REGULADORES.- Fue el invento y desarrollo del regulador de circuito

abierto lo que hizo accesible el mundo submarino al buzo deportivo. El regulador más común se le conoce como regulador monotraquea de dos etapas. La primera etapa esta sujeta a la válvula del tanque, mientras que en la segunda esta situada la boquilla por la cual respira el buzo. Después de cada inmersión se debe hacer lo siguiente:

- 1.- Antes de quitar el regulador del tanque, se debe cerrar la válvula y purgar el regulador.
- 2.- El regulador debe ser lavado con agua dulce.
- 3.- Se debe de tener cuidado con las mangueras del regulador para evitar torceduras.

MANOMETRO.- Se encuentra unido al regulador y muestra la presión exacta que hay en el tanque (cantidad de aire).

ARNÉS.- Mantiene al tanque en la posición adecuada y cómoda. Debe de tener hebillas de soltado rápido.

CINTURÓN CON PESAS.- Para compensar la flotabilidad se utiliza un cinturón de soltado rápido, en el cual van colocados plomos de diferente peso. El cinturón es lo último que se pone y se quita antes que las otras piezas del equipo.

CHALECO PARA CONTROLAR LA FLOTABILIDAD.- Le sirve al buzo para mantenerse a flote en la superficie del agua sin gastar energía, aparte de nivelar su flotabilidad durante su inmersión. Se puede inflar por medio de tres maneras: a) una manguera conectada al tanque, b) una pequeña botella contenida en el propio chaleco, y c) un tubo para el inflado oral.

PROFUNDIMETRO.- Indica la profundidad a la que se encuentra, este puede ir al lado del manómetro (consola) o en el reloj de pulso.

RELOJ.- Determina con exactitud el tiempo de buceo.

EQUIPO ADICIONAL

TRAJE ISOTÉRMICO.- Se le puede encontrar en dos variedades:

a) Húmedo.- Es de neopreno y permite que entre una fina capa de agua que queda atrapada en su interior y que al contacto con la piel es calentada. Lo ajustado del traje reduce o impide la circulación del agua a través del mismo desde el exterior. Estos varían en los grados de espesor del neopreno de 2 a 4 y de 7 a 8 mm.

b) Seco.- Como su nombre lo indica este impide la entrada de agua, tiene una capa de aire dentro lo cual lo aísla del frío. Este se ve afectado no sólo por la compresión de la tela si no por la reducción del aire que contiene el traje cuando el buzo desciende. De esta manera este traje a de ser objeto de un entrenamiento especial antes de usarlo en el mar.

CUCHILLO.- Este es solamente un instrumento de seguridad. Debe de ser

de filo recto por un lado y aserrado por el otro. Se debe de llevar siempre en su funda, la cual puede ser de fácil acceso.

BANDERÍN.- Es para señalar a las embarcaciones que surcan el lugar que se encuentra un buzo en la cercanía, este se hace con un pedazo de tela roja, a la cual le cruza diagonalmente una franja blanca. Se debe de montar en forma adecuada para que se vea con facilidad a una distancia de 100 mts. (Fig. 3)

FLOTADOR.- En casos de que se presente agotamiento se utiliza como un medio para el nadador, y también para colocar el banderín. (Fig. 3)

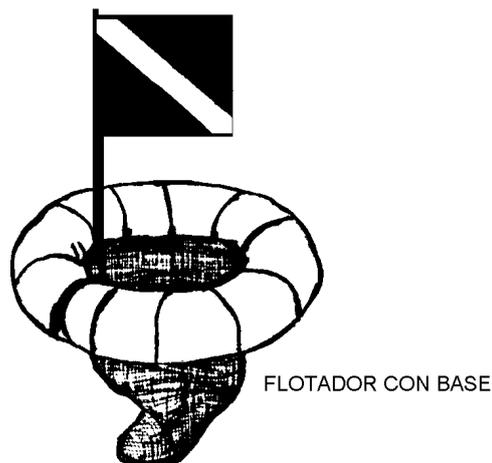


Fig. 3 Flotador y banderín de buceo.

EMBARCACIÓN.- Es utilizada para el fácil acceso a la zona de buceo, además también para transportar el material necesario para las inmersiones.

V FISIOLOGÍA DEL BUCEO

Este capítulo analiza las leyes físicas que gobiernan nuestra presencia bajo el mar, mientras respiramos aire comprimido. La práctica de estas leyes se llama fisiología del buceo (Lee, 1980). No es indispensable convertirse en un erudito de esta ciencia, sino solamente es necesario el comprenderlas y aplicarlas en relación al buceo.

El que la inmersión moderna haya podido dar auténticos pasos de gigante se debe principalmente a dos hombres: el francés Paul Bert y el escocés John S. Haldane. Paul Bert fue el primero en descubrir los efectos de la descompresión del nitrógeno respirado a presión. La cantidad de este gas en la sangre aumenta hasta el momento en que el organismo es ya incapaz de eliminarlo sólo por la respiración, como ocurre con los demás residuos gaseosos.

A él le corresponde el haber comprendido que las burbujas de nitrógeno podían bloquear la circulación sanguínea y provocar los llamados

"bends".

Por otro lado Haldane estudió los problemas que presentaba la saturación por nitrógeno y la descompresión. Estableció tablas de descompresión para buzos, que dan la duración y la profundidad de las paradas destinadas a permitir la eliminación del nitrógeno, en función del tiempo y la profundidad de la inmersión (Cousteau, 1977).

Para conocer los problemas a los que se puede enfrentar el buzo, se requiere del entendimiento de la presión (así como de las principales leyes), temperatura, conducción de la luz y del sonido etc.

PRESIÓN

Como la presión del aire, la presión del agua es el resultado directo de su peso. Sin embargo, el agua es prácticamente incomprensible y la densidad inalterable. De aquí que la presión del agua se incrementa en proporción directa a la profundidad, se duplica cada 10 metros.

La presión es la cantidad de fuerza por unidad de área, medida en libras por pulgada al cuadrado (psi), dinas, atmósferas o milímetros de mercurio. El peso de la atmósfera al nivel del mar es equivalente a una atmósfera.

Por cada 10 metros que se desciende en el mar se gana 1 atm de presión. Esta presión es conocida como presión hidrostática (Anónimo, 1994). El peso de la atmósfera sobre la superficie del agua es conocida como la presión atmosférica. La presión ambiente que actúa sobre el buceador es la presión absoluta (ATA) y es la suma de las presiones relativas y atmosféricas (Anónimo, 1994).

Los problemas fisiológicos relacionados con los gases a los que se enfrenta el buzo son: el barotrauma pulmonar, descompresión, narcosis, envenenamiento con oxígeno, bióxido de carbono, y deficiencia respiratoria entre otros (Ikehara, 1979).

Las leyes que están relacionadas con el buceo son las siguientes:

Ley de Boyle o Mariotte: A una temperatura constante el volumen de un gas varía en razón inversa a la presión que se ejerza sobre él, y la densidad varía en proporción directa a la presión. La presión que causa que todo el volumen de aire como las burbujas de agua tengan una gran reducción interviene en la descompresión del buzo, y este tiene que ser descompresionado a una determinada presión en la cual el diámetro y volumen de la burbuja pueda ser lo suficientemente pequeña permitir el fluido de sangre de manera efectiva (Ikehara, 1979).

Ley de Charles o de Gay-Lussac: El volumen de un gas varía en razón directa de la temperatura absoluta del gas de que se trate. Por lo tanto, si el buzo deja que su tanque quede expuesto a los rayos del sol, dicho tanque se calentará junto con el aire de su interior y la presión aumenta. Este incremento puede ser lo suficientemente grande para que haga saltar el tapón de la válvula o incluso el tanque mismo. El cilindro deberá ser sumergido en agua fría durante la operación de llenado de aire (Springer,

1983).

Ley de Dalton o de las presiones parciales: En una mezcla de gases, cada uno de ellos ejerce una presión parcial en proporción al porcentaje del gas total (Counsilman & Drinkwater, 1972). Sin embargo las características químicas de cada gas permanecen inalterables. Esta ley explica los accidentes ocasionados por el efecto químico de los gases u intoxicaciones (Anónimo, 1994).

Ley de Henry: La cantidad de gas en solución en un líquido esta en proporción directa a la presión parcial de dicho gas. Nuestro cuerpo se compone principalmente de líquido y todos los líquidos pueden absorber gas en solución, lo que significa que el gas cambia en el interior de un líquido convirtiéndose en una parte del mismo. Así en el caso de un gas (nitrógeno) y un líquido (grasa) en las células adiposas del cuerpo humano.

CALOR Y TEMPERATURA

El calor es una forma de energía. El calor y la temperatura son importantes para un buzo debido a que su cuerpo pierde más calor rápidamente en el agua que en el aire (asumiendo que en ambos tienen la misma temperatura). El cuerpo de un buzo empieza a perder calor rápidamente cuando se sumerge en agua fría. Para prevenir la pérdida excesiva de calor deberá usar ropa especial para protegerse, como es el traje húmedo y el seco.

LUZ Y VISIBILIDAD

El ojo humano necesita de luz para ver, porque de hecho lo que ve es una imagen creada por la reflexión de la luz en varias superficies, objetos o partículas en el aire (Anónimo, 1975).

En el agua, la luz es afectada por varios factores (turbidez, nutrientes, microorganismos, corrientes, etc.) y a su vez está directamente influenciada lo que el buzo ve. Debajo del agua, las imágenes parecen estar más cerca y más grandes de los que en realidad son, debido al fenómeno conocido como refracción. Cuando la luz pasa a través de la superficie del agua, la luz se desvía y distorsiona la visión de dos maneras: hace que un objeto aparezca un 25% más próximo de lo que esta en realidad y un tercio mayor de lo que es.

SONIDO

En el aire, el sonido viaja a 1,090 p/s, pero en el agua se incrementa a 4,700 p/s. Debido a la rapidez con que el sonido viaja en el agua, el oído humano no puede detectar la diferencia en el tiempo de llegada del sonido de un oído y el otro. Consecuentemente un buzo pierde la habilidad de localizar la dirección de origen del sonido (Anónimo, 1975). Esta desventaja puede traer graves consecuencias para un buzo o para un nadador en localizar objetos u orígenes peligrosos como lo son las lanchas y motos acuáticas.

BUCEO

Por lo que respecta al buceo, se tienen que considerar varias observaciones ya que debido a que la presión del agua altera en algún grado el proceso normal fisiológico de los buzos.

Poco de los espacios aéreos del cuerpo humano pueden ocasionarle problemas al buzo durante el descenso o ascenso. Inclusive si un oído o un seno craneal dan molestias al bajar, puede ser arreglado pero lo más recomendable es esperar a que pase el dolor y bajar lentamente o subir. De igual manera, el aire comprimido en los pulmones que se expanden durante el incremento escapa sin problemas a condición de que el buzo respire normalmente mientras asciende.

Sin embargo, el buzo puede encontrarse en problemas si no exhala como es debido cuando se sube hacia la superficie. Es por esto que el buzo jamás debe de retener la respiración estando bajo el agua y durante el ascenso.

En los casos graves como en la embolia, el único tratamiento con verdaderas esperanzas de éxito debe de efectuarse en una cámara de descompresión, pero a condición de que se realice pronto, los casos leves pueden no necesitarlo pero sí es recomendable buscar ayuda de inmediato (Anónimo, 1990).

PROBLEMAS AL SUMERGIRSE

A).- Compresión del oído:

El primer toque de alerta para el buzo relativo a un aumento en la presión se siente en los oídos. Al incrementar la presión del agua en el conducto externo del oído empuja el tímpano hacia adentro. Si la presión en el oído medio no se incrementa por aire de la trompa de Eustaquio, el tímpano se dilatará hacia la parte interna y puede llegar a reventarse, esto es conocido como SQUEEZE, se le conoce también como BAROTRAUMA DE OÍDO.

La ruptura del tímpano no solamente es dolorosa, sino extremadamente peligrosa, ya que el agua que penetra con fuerza en el oído medio puede ocasionar mareo y vértigo. Si la trompa de Eustaquio está obstruida por una inflamación o por acumulación de mucosidad, entonces el aire no puede pasar libremente al oído medio. Se puede abrir la trompa de Eustaquio para permitir la entrada de aire al oído medio a base de tragar o haciendo otros movimientos con la mandíbula. También se logra si se sopla ligeramente contra el visor.

B).- Compresión de los senos: Los senos son cámaras de aire que se hallan en los huesos del cráneo. Tienen orificios en la nariz para que el aire circule.

Si están obstruidos el buzo no puede compensar la presión y el buceo se convierte en algo muy doloroso. El daño a los tejidos de los senos puede causar hemorragia. La compresión de estos se puede corregir en la misma forma que la del oído. Si no se puede lograr la compresión, ya no debe sumergirse más. (Counsilman y Drinkwater, 1972).

C).- Constricción de los pulmones: Cuando se realiza el buceo libre, al inhalar antes del descenso se llenan los pulmones de aire, pero conforme se va descendiendo la cantidad de aire se va comprimiendo (reduciendo). Si se continúa bajando, la presión exterior comenzará a forzar el fluido de la sangre de los tejidos dentro de los alvéolos. Esto puede resultar en un daño muy serio para los pulmones.

D).- Compresión del visor: El espacio lleno de aire entre la cara del buzo y el visor, también está sujeto a compresión. El buzo sentirá al sumergirse la sensación de que el visor se adhiere al rostro al reducirse el espacio de aire. La situación se puede remediar si se expira aire lentamente por la nariz al visor. Si la presión no se compensa, los pequeños vasos sanguíneos de la conjuntiva al ojo se pueden reventar.

PROBLEMAS DURANTE LA INMERSION

A).- Narcosis: El buzo que baja a los 30 metros podrá presentar una sensación ligera de intoxicación y esta irá en aumento mientras se vaya descendiendo a una mayor profundidad. Se han realizado investigaciones que indican que no se debe atribuir totalmente la "embriaguez" al nitrógeno adicional que entra forzosamente al torrente sanguíneo, si no también puede influir en la absorción excesiva del bióxido de carbono y oxígeno. Ambos gases tienen un efecto tóxico en el cerebro y sistema nervioso central, bajo ciertas condiciones.

De cualquier manera, cuando se sufre una intoxicación por oxígeno, nitrógeno, bióxido o monóxido de carbono es muy peligrosa, debido a que el buzo no tiene sentido de la responsabilidad. Si es capaz de regresar a la superficie la narcosis desaparecerá tan rápidamente como se presentará y posteriormente, no sentirá efectos dañinos.

B).- Envenenamiento por bióxido de carbono: La sangre siempre tiene una pequeña proporción de bióxido de carbono, cuya presencia al pasar por el centro respiratorio del cerebro es lo que nos hace respirar. Cuando esta proporción sube más de lo normal, estimula al centro respiratorio y acelera la respiración como defensa para eliminar dicho excedente tóxico, que probablemente resulta en la pérdida del conocimiento incluso en la muerte. Por lo tanto es indispensable que el aire que se respira contenga una presión baja de este gas. Con frecuencia se pierde el sentido y se hace necesaria aplicar la respiración artificial cuando la víctima deja de respirar.

C).- Envenenamiento por oxígeno: Mientras el buzo respira aire comprimido normal dentro de su equipo de sistema de circuito abierto, no debe preocuparse por la toxicidad de este. Sin embargo, con el equipo autónomo de sistema de circuito cerrado, se respira oxígeno casi puro, la respiración se

hace peligrosa a los 10 metros. Un nivel alto de presión parcial del oxígeno puede causar náusea, dolor de cabeza, mareos y convulsiones.

D) Envenenamiento por nitrógeno: Esta fue identificada por Jacques-Yves Cousteau y la denominó "EMBRIAGUEZ O BORRACHERA DE LAS PROFUNDIDADES." Esto es comparado con algo muy familiar, la intoxicación etílica. La relación con el alcohol se ha expresado como la "Ley del Martini". Los efectos mentales de cada 15 metros de descenso respirando aire son similares aproximadamente a un martini seco.

PROBLEMAS AL ASCENDER

Cuando el buzo asciende se enfrenta al problema inverso del que se presenta al bajar. Cuando se sube, el aire en vez de contraerse se expande. La persona con equipo autónomo que respira aire a los 10 metros de profundidad, suministrado por su tanque (a presión del medio circundante) y luego regresa a la superficie, notará que sus pulmones tratan de ensancharse al doble de su tamaño a menos de que el buzo exhale parte del aire (Counsilman y Drinkwater, 1972).

A).- Embolismo de aire o Aeroembolia: Es de suma importancia para el buzo que exhale siempre al ascender, si no lo hace, el aire en sus pulmones se expandirá a tal grado que cause que las celdillas de aire se revienten. Este junto con los bends y la narcosis por nitrógeno forman la triada de mayor peligrosidad para el buceador. Se origina por un exceso de presión en los pulmones, que proviene de una negligencia o por un ascenso rápido debido al pánico y durante el cual no se exhala suavemente y de manera constante durante el tiempo de ascenso a la superficie. Por lo general, el no exhalar puede deberse a un espasmo involuntario, producido por la aspiración de agua, por vómito o por sangrado, causado por un squeeze de los senos paranasales (Lee, 1980).

En estas condiciones el aire de los pulmones puede entrar al torrente sanguíneo a través de los vasos reventados. Las burbujas de aire en la sangre (embolismo) pueden bloquear el sistema circulatorio en el corazón, cerebro y otros órganos vitales. El embolismo es uno de los principales peligros que puede correr un buzo, puede ocurrir en aguas de poca profundidad, como de 2.5 metros. Algunos síntomas son: el bamboleo, confusión y convulsiones o perder el conocimiento antes de llegar a la superficie o después. El tratamiento consiste en la descompresión en una cámara adecuada.

Otras posibles consecuencias de una excesiva expansión de los pulmones son usualmente menos graves que la embolia gaseosa, pero es necesario mencionadas:

ENFISEMA MEDIASTINAL= Aire forzado en los espacios de los tejidos del centro del pecho. Los síntomas suelen ser dolor pectoral, molestias al respirar, así como al tragar.

ENFISEMA SUBCUTÁNEO Aire bajo la piel, usualmente en torno a la base del cuello.

NEUMOTORAX= Aire en el espacio entre los pulmones y el revestimiento de la pared pectoral a cada lado. Esto hace que el pulmón afectado se colapse al menos en parte y puede afectar la respiración.

B).- Descompresión: Sí un buzo baja a una gran profundidad y permanece largo tiempo absorberá nitrógeno y saturará su sangre y si asciende demasiado aprisa no podrá dispersar el nitrógeno al expulsar el aire, por lo tanto el nitrógeno hará burbujas y estas pueden bloquear el sistema circulatorio en el cerebro o en la espina dorsal. Por lo general se localizan en las coyunturas y causan dolor y rigidez y es conocido con el nombre de "MAL DE CAISSON", o también conocido con el nombre de "BENDS". Existe un límite de profundidad a la cual podemos descender sin necesitar descompresión, y esta es la consideración más importante al escoger un sitio para la inmersión en mar abierto. No es recomendable por ningún motivo planear inmersiones que requieran etapas de descompresión usando el equipo S.C.U.B.A., a menos de que sea un verdadero experto (Lee, 1980).

OTRAS CONSIDERACIONES SOBRE LAS RESPIRACIÓN:

ESFUERZO EXCESIVO: La producción de ácido láctico durante el metabolismo anaeróbico origina un rápido incremento de ventilación más allá del que es necesario normalmente. Esta es una de las razones por las que un esfuerzo excesivo resulta peligroso al bucear. También es una razón de porque una mala forma física limita la actividad y pone en peligro al buzo, especialmente al novato que puede quedar aterrado, y por lo tanto puede ocasionar un accidente grave (Anónimo, 1990).

DEFICIENCIA RESPIRATORIA:

A).- Hiperventilación: El respirar en exceso se puede realizar de manera voluntaria o involuntariamente como resultado de ansiedad o temor. El principal resultado de esta, es un descenso del nivel de anhídrido carbónico en la sangre arterial. Según el grado de este descenso puede originar síntomas de mareo, temblor, cosquilleos, pérdida del conocimiento. Estos efectos pueden ir acompañados por una creciente ansiedad la cual puede resultar un círculo vicioso (Anónimo, 1990). Esto sucede cuando se realiza un buceo en apnea.

B).- Retención del anhídrido carbónico: Es cuando los pulmones son ventilados inadecuadamente o debido a una hiperventilación. De esta manera se retiene el anhídrido carbónico. Los síntomas son pérdida del sentido de la orientación, falta de atención, respuesta de estímulos. No hay todavía una forma aceptable de examinar a los buceadores a fin de identificar este problema, una pista está relacionada con el gasto de menos aire que otros realicen en la misma labor bajo el agua, y sufrir grandes jaquecas de manera especial después de las inmersiones (Anónimo, 1990).

NORMAS DE RESPIRACIÓN:

La mejor manera es sumergirse en un ritmo regular y lento. Es mejor reducir el gasto de aire conservando energía, un estilo simple y relajado de nadar y trabajo permite normalmente al buzo efectuar lo mismo que tendría que hacer

con movimientos rápidos y súbitos esfuerzos (Anónimo, 1990).

VI OCEANOGRAFÍA

Como todo lo de la naturaleza, el mar es una cosa vasta y maravillosa, y como diría Séneca (cuatro años A. de C.)....."es útil estar seguro de que los levantamientos de la tierra y sus fenómenos no son obra de deidades furiosas, estos fenómenos tienen sus propias causas."

El mar tiene su peculiar y propio patrón de ecología y un buzo en serio haría bien en entenderlo. A continuación se citan algunas de las características más sobresalientes de la oceanografía física que están relacionadas con el buceo.

OLAS.- Estas son generadas por el viento, las corrientes y la baja presión atmosférica pueden alterar la superficie y el contorno del fondo de los lugares de inmersión localizados en las aguas relativamente de poca profundidad adyacentes a las costas. Planificar inmersiones en tales zonas debe incluir un estudio de tiempo actual y del tiempo que hará en el momento de la inmersión, tanto local como general. Las inmersiones planeadas para visitar lugares más profundos y lejos de la costa, donde la acción de las olas ejerce poco o ningún efecto en la topografía del fondo, también deben ir precedidas de un estudio de las condiciones climáticas. El buzo debe de tener un conocimiento específico de la zona antes de sumergirse.

CORRIENTES.- Se debe de planear la entrada y salida de las inmersiones con base en la costa para prevenir las batallas agotadoras con los flujos de mareas. Las peculiaridades locales de la corrientes provocadas por las escolleras, las cuevas, las prominencias, los arrecifes y las barreras deben formar parte de la planificación de la entrada, la salida y de las demás

actividades de buceo (Anónimo, 1990). Un buzo contra la corriente puede llegar a agotarlo sin poder progresar en la dirección deseada. Generalmente se comienza contra la corriente, así que esta le ayuda a regresar al punto de partida de la inmersión. Se recomienda aprender a usar las corrientes a su favor o evitar bucear en ellas (Graver, 1983).

RESACA.- Es una corriente contraria o hacia atrás. Se trata de una contracorriente muy breve, que usualmente sólo llega a la línea donde rompen las olas, casi siempre en aguas que llegan hasta la cintura. Sin embargo pueden tener lugar a veces una resaca más definida, en las zonas donde hay barreras ó arrecifes en alta mar (Anónimo, 1990).

MAREAS.- Movimiento oscilatorio de las aguas del mar debido a las fuerzas gravitacionales de la luna y el sol actuando sobre la tierra en rotación. Al igual que los factores anteriormente mencionados se tienen que planear con anterioridad los estados de las mareas. Los buzos deben de consultar las tablas de mareas locales y aprender los efectos de los cambios de marea en el buceo en un área en particular. En general, las mejores condiciones de buceo ocurren en marea alta (Graver, 1983).

ARRECIFES CORALINOS.- Son levantamientos o masas calizas construidos por material detrítico depositado alrededor de un entramado de moluscos, corales coloniales y algas calcáreas masivas. Por lo general los arrecifes coralinos de barrera siguen a las costas por grandes distancias y son cortados a través de intervalos irregulares por canales. El buzo debe de tener cuidado al bucear entre los arrecifes ya que una ola o corriente puede arrástralo hacia estos, pudiéndole provocarle diversos daños.

VII FAUNA PELIGROSA

La aventura submarina es el reencuentro con los habitantes de los mares en su medio natural; es también la revelación directa de la infinita variedad de la multiplicidad de formas vivientes que tiene por único imperio las aguas del mar. Es necesario mencionar que algunos habitantes de este medio pueden ser perjudiciales para el hombre. Algunos no son agresivos y sólo producen daños o lesiones si se les molesta por casualidad o intencionalmente. Otros por la naturaleza de sus hábitos, pueden ser agresivos y constituyen una seria amenaza para la seguridad del buzo (Mount & Ikehara, 1979). A continuación se mencionan algunos ejemplos de estos:

ESPONJAS.- El problema más común a los que se enfrenta el buzo con las esponjas son las espículas. El problema puede ser reducido utilizando guantes y evitando el no tocarlas. La piel afectada por las espículas puede causar un enrojecimiento leve a nivel local y dolor, pero las personas alérgicas pueden presentar un cuadro severo que deberá ser consultado con un doctor.

CORALES.- Al igual que las esponjas, los pinchazos y excoriaciones que pueden resultar del contacto con el coral pueden tener desde ligeras molestias a efectos graves.

MEDUSAS.- Son invertebrados de natación autónoma, variando de tamaño que va desde 2 a 3 cm, hasta de 2 a 4 m. de longitud. el contacto con los tentáculos de una medusa puede provocar varias molestias al buzo, desde punzadas locales y débiles hasta violentos choques anafilácticos. La carabela portuguesa o fisalia es especialmente peligrosa ya que puede producir dolor, parálisis parcial y de acciones sistemáticas que pueden hacer necesario el ingreso al hospital.

GASTEROPODOS.- Aunque estos organismos no son venenosos, alguno de estos poseen borde agudos o dentados capaces de infligir heridas dolorosas,

principalmente los de la familia Conidae.

PEZ ESCORPIÓN Y PEZ PIEDRA.- Son típicos de los mares tropicales. Estos peces están provistos de espinas venenosas en el dorso y en las zonas pélvicas y anal, en algunas ocasiones el veneno puede ser mortal.

SERPIENTE DE MAR.- Se encuentra en los mares tropicales especialmente en los océanos Pacífico e Indico. Segregan un veneno similar a la de la cobra pero más potente se ha considerado como una especie altamente peligrosa a la cual hay que evitar todo contacto.

BARRACUDAS.- Después de los tiburones es uno de los peces más rapaces del mundo marino. Se han recabado testimonios fidedignos de ataques de barracudas, sin embargo en casi todos los casos se puede asegurar que todos los ataques se llevaron exclusivamente en presencia de sangre, bien de un pez o un ser humano herido y de un equipo brillante.

MORENA.- Este organismo no presenta un peligro serio al buceador a menos que este de manera inadvertida meta la mano en un agujero o grieta. Sí la morena muerde es tenaz y capaz de causar heridas graves.

TIBURÓN.- De manera general los tiburones representan un peligro potencial para el buzo, las probabilidades de un ataque son esencialmente remotas, la mitad de las víctimas nunca ven en las vecindades al organismo y la mitad de los ataques son mortales. Se debe evitar todo contacto con estos organismos, de hecho cuando se han arponeado pescados se deben de subir a la superficie ya que los tiburones son atraídos por estos y por la sangre. De esta manera, los buzos nunca deben amarrarse los pescados a su cinturón. Hay más de 200 especies identificadas de tiburones. Debido a esta variedad, tamaño, y distribución y conducta imperdible no pueden aplicarse reglas o medidas de carácter general en un encuentro con un tiburón. Todos los tiburones aún los más pequeños tienen la capacidad de infligir daños con o sin provocación.

ORCAS.- Los testimonios de ataques contra focas y otros mamíferos indican su potencial peligro. Es prudente que los buzos abandonen el agua si se avista este organismo.

FOCAS Y LOBOS MARINOS.- Generalmente estos organismos no representan ningún peligro para el hombre a excepción de que se este cerca de un grupo de hembras en época reproductiva. Hay que evitar bucear en las zonas donde de encuentren este tipo de animales.

VIII COMUNICACIÓN BAJO EL AGUA

Probablemente el sistema de comunicación más utilizado a nivel universal es el de las señales, lo mismo ocurre en el buceo, es la forma más usual de comunicación entre los buzos (Springer, 1983). En primer lugar se procura llamar la atención del compañero golpeando el tanque con la base del cuchillo (una buena razón para cargar un cuchillo de buceador) y se hace la señal lentamente. Estas señales han de ser comprendidas con claridad y practicarlas antes de iniciar la inmersión. Todas las señales han de ser contestadas al instante exactamente igual como han sido recibidas, de esta manera queda patente la seguridad de que la señal ha sido recibida y comprendida correctamente (Fig. 4) (Anónimo, 1990; Consilman & Drinkwater, 1972).

No.	SEÑAL	SIGNIFICADO
1	Mano levantada, dedos hacia arriba palma abierta.	Alto
2	Pulgar extendido hacia abajo puño cerrado	Hacia abajo
3	Pulgar extendido hacia arriba puño cerrado	Hacia arriba
4	Pulgar e índice formando un círculo con los tres dedos hacia arriba	Correcto
5	Dos brazos extendidos sobre la cabeza con las puntas de los dedos tocándose para formar una O.	Correcto a distancia
6	Mano plana, dedos juntos, palma hacia abajo, se hace un vaivén con el antebrazo.	Algo va mal
7	Mano y brazo oscilando sobre la cabeza golpeando el agua rápido	Peligro, recoger

8	Puño golpeando el pecho	Dificultad para respirar
9	Mano pegando o cortando garganta	Sin aire
10	Dedos apuntando hacia arriba	Respiración compartida
11	Puño apretado sobre brazo extendido en dirección al peligro.	Peligro
12	Mano extendida, palma hacia arriba y en vaivén.	Fatiga
13	Dedos medio e índice formando una V	Fauna peligrosa
14	Puño completamente cerrado	Sostener todo
15	Señalando el reloj	¿Que hora?
16	Puño cerrado con el dedo pulgar señalando izquierda o derecha	¿Que dirección?
17	Sobre la superficie brazo hacia arriba	Recógeme
18	Señalando el oído	Problema con oído
19	Abrazándose con ambos brazos	Frío
20	Tocándose el estómago	Dolor
21	Golpear el tanque	Atención

Las señales naturales incluyen:

Encoger los hombros indicando "no sé"

Asistir con la cabeza para decir "sí"

Mover la cabeza lateralmente para decir "no"

Las respuestas a las señales 7, 9 y 10 deben incluir la aproximación y ofrecimiento de ayuda del receptor al remitente, pero nunca en ningún caso se deberá soltar el regulador (Anónimo, 1990).

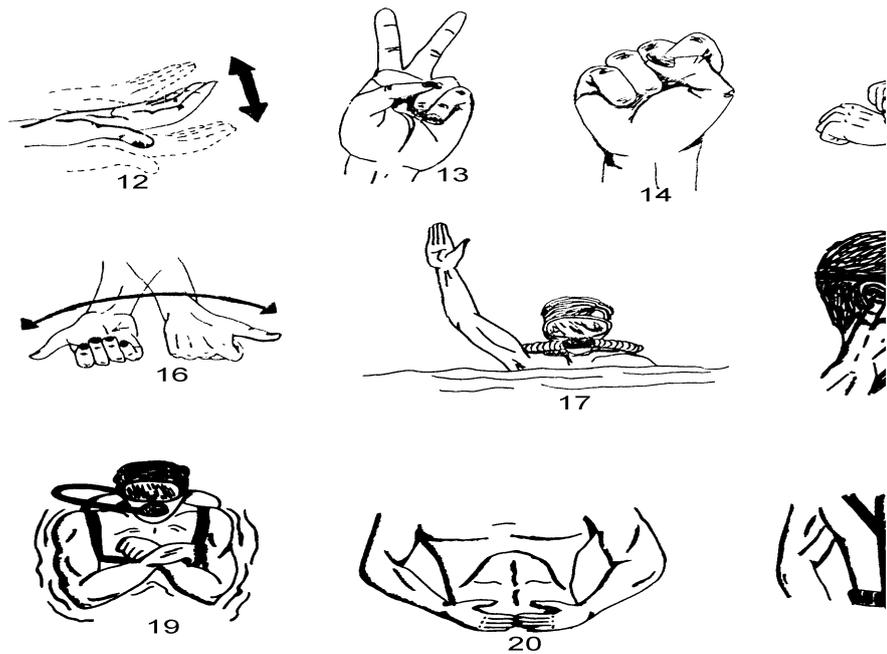
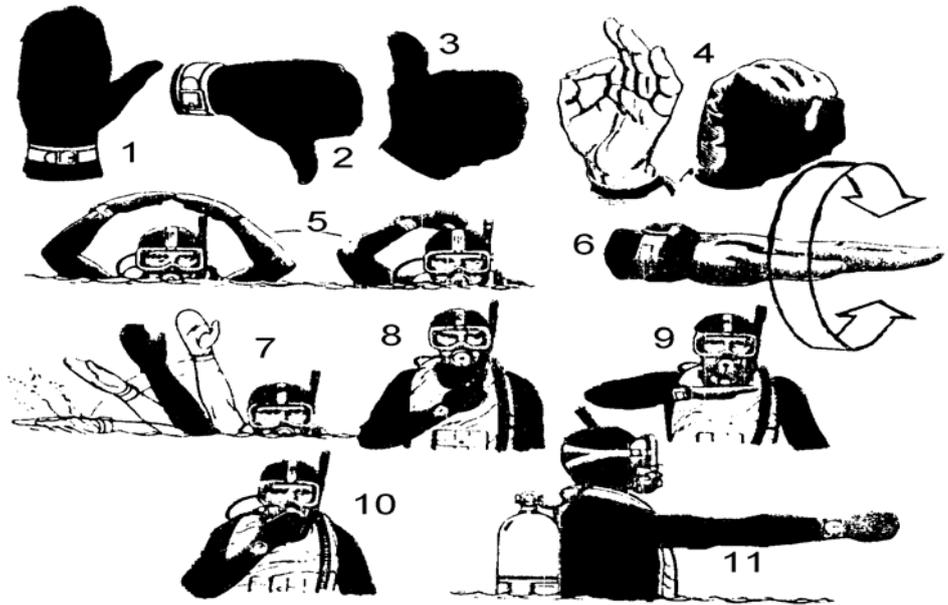


Fig. 4 Comunicación bajo el agua. 1) alto 2) hacia abajo 3) hacia arriba 4) correcto 5) correcto a distancia 6) algo va mal 7) peligro, recoger rápido 8) dificultad para respirar 9) sin aire 10) respiración compartida 11) peligro 12) fatiga 13) fauna peligrosa 14) sostener todo 15) que hora 16) que dirección 17) recógeme 18) problemas con el oído 19) frío 20) Dolor 21) atención

Por otro lado, es importante la selección del compañero. Sí le es posible seleccione a un amigo(a) de quién su comportamiento le sea familiar y que tenga tantos conocimientos en la materia como los que Ud. tiene. Los

buceadores deben constituir un grupo de personas preparadas y libres de fanatismo que pudieran llegar a poner en peligro su vida, por riesgos innecesarios (Lee, 1980). En este tipo de sistema, como buzo se es responsable del compañero de buceo. Para que el sistema de compañeros trabaje, siempre se tiene que estar juntos todo el tiempo, el compañero puede proveer asistencia para equiparse, inspeccionar el equipo, etc. (Graver, 1983).

IX MEDIDAS DE SEGURIDAD

LAS PRINCIPALES MEDIDAS DE SEGURIDAD QUE TODA PERSONA DEBE DE CONSIDERAR AL REALIZAR CUALQUIER ACTIVIDAD RELACIONADA CON EL BUCEO DEPORTIVO SON LAS SIGUIENTES:

- 1.- SE DEBE DE TENER UN CERTIFICADO DE CAPACITACIÓN FIRMADO POR UN INSTRUCTOR DE BUCEO EMITIDO POR UN ORGANISMO RECONOCIDO.
- 2.- NUNCA BUCEAR SOLO.
- 3.- ANTES DE INICIARSE EN EL BUCEO SE NECESITA SER UN BUEN NADADOR.
- 4.- JAMAS SE DEBE RETENER EL AIRE AL ASCENDER A LA SUPERFICIE.
- 5.- ES IMPORTANTE LLEVAR CONSIGO UN FLOTADOR Y UNA BANDERA DE BUCEO Y COLOCARLA DENTRO DEL ÁREA DE PRÁCTICAS.
- 6.- SE DEBE DE CONTAR CON UN EQUIPO DE FLOTACIÓN PERSONAL.
- 7.- EL USO DEL ESNORQUEL CON EL EQUIPO AUTÓNOMO (S.C.U.B.A.) SE USA CON EL FIN DE CONSERVAR EL AIRE DEL TANQUE EL MAYOR TIEMPO DISPONIBLE. NADAR CON EL ESNORQUEL EN LA SUPERFICIE DEL AGUA ES MÁS FÁCIL QUE NADAR CON LA CABEZA HACIA ARRIBA.
- 8.- SIEMPRE USAR BROCHES DE SOLTADO RÁPIDO EN EL EQUIPO Y EN EL CINTURÓN DE PESAS.
- 9.- EL CINTURÓN CON PESAS ES LO ULTIMO QUE SE DEBE DE COLOCAR.
- 10.- NUNCA SE DEBE DE BUCEAR CUANDO SE SIENTA CANSADO O SI SE SUFRE ALGÚN RESFRIADO O ALGUNA COMPLICACIÓN RESPIRATORIA.
- 11.- SE DEBE DE TENER EL EQUIPO EN BUENAS CONDICIONES.
- 12.- SE DEBE DE TENER CUIDADO ESPECIAL CON EL TANQUE, YA QUE UNA VÁLVULA ROTA O DEFECTUOSA O BIEN UNA FRACTURA EN LAS PAREDES DE ESTE LO PUEDEN CONVERTIR EN UNA ESPECIE DE PROYECTIL CON EFECTOS MORTALES.
- 13.- EL TANQUE DEBERÁ SOMETERSE A UNA REVISIÓN VISUAL UNA VEZ AL AÑO Y UNA PRUEBA HIDROSTÁTICA CADA CINCO AÑOS.
- 14.- ATAR Y ASEGURAR LOS TANQUES AL SER TRANSPORTADOS Y PREVENIR A TODA COSTA QUE LAS VÁLVULAS CHOQUEN CONTRA CUALQUIER OBJETO SOLIDO.
- 15.- TENER LA SEGURIDAD DE QUE LOS TANQUES SE LLENEN SOLAMENTE CON AIRE FILTRADO LIBRE Y DESPROVISTOS

DE GASES TÓXICOS O DE ACEITE.

16.- EL QUE SE INICIA EN ESTA ACTIVIDAD SUBACUÁTICA DEBE INCLUIR EL ENTRENAMIENTO DE SALVAMENTO COMO PARTE DE SU EDUCACIÓN SUBMARINA.

X TABLAS DE NO DESCOMPRESIÓN

El objetivo de este manual es introducir al novato en las primeras expediciones al mundo submarino, por lo tanto no se tratarán aquí el uso de las tablas de descompresión, para lo cual se recomienda tomar un curso de buceo especializado a ello. Sólo se tratarán las tablas de no descompresión.

Existe un límite de profundidad a la cual podemos descender sin necesitar descompresión, y esto es la consideración más importante al

escoger un sitio en mar abierto. No es recomendable por ningún motivo planear inmersiones que requieran etapas de descompresión usando el equipo S.C.U.B.A., a menos de que sea un verdadero experto (Lee, 1980).

En el presente trabajo se utilizaron las tablas de la Federación Mexicana de Actividades Subacuáticas (F.M.A.S.) para buceo deportivo.

Las tablas I, II y III que se muestran a continuación son para aplicarse en los siguientes tipos de buceo:

1.- Buceo sencillo.- Es la inmersión que se realiza sin tener otra inmersión anterior o posterior en un intervalo de 6:00 hrs.

2.- Buceo repetitivo.- Son las inmersiones que son realizadas teniendo menos de 6:00 hrs. en superficie transcurridos después de la última inmersión.

Estas, contienen los programas de las profundidades que deberá observar y seguir en las inmersiones de repetición. Al aplicar este tipo de tablas, el buzo deberá observar las siguientes reglas de seguridad:

1.- Profundidad: Se toma la máxima alcanzada, si no existe, localice la inmediata superior.

2.- Velocidad de ascenso: Es de 9 a 12 mts/min.

3.- En toda inmersión realice una parada de seguridad a 4.50 mts (15 pies) por 3 min.

4.- Tiempo: Este se cuenta desde que se abandona la superficie hasta el momento de iniciar el ascenso.

5.- En caso de que se exceda algún límite máximo en no más de 5 min. **SE TIENE QUE REALIZAR UNA DESCOMPRESION DE EMERGENCIA**, durante 5 min. a 4.5 mts. **Y DEBERA PERMANECER EN LA SUPERFICIE POR 6 HORAS ANTES DE LA INMERSION SIGUIENTE.**

Sí se excede más de 5 min., máximo 10 min. **REALICE DESCOMPRESION DE EMERGENCIA**, POR 10 MIN. A 4.5. MTS. **Y NO PODRA BUCEAR NUEVAMENTE HASTA PASADAS 12 HRS.**

6.- El intervalo en superficie mínimo recomendado será de 45 min.

7.- Si se requiere realizar un vuelo después del buceo, este se podrá hacer 6 horas posteriores al buceo sencillo y 24 horas para el buceo con descompresión de emergencia.

CON LAS RESPECTIVAS CORRECCIONES EL USO DE LAS TABLAS DEBERA SER SUPERVISADO POR UN INSTRUCTOR DE LA FEDERACION MEXICANA DE ACTIVIDADES SUBACUATICAS

(F.M.A.S.), SI TIENE DUDAS CONSULTELO, EL NO ACLARARLAS PODRA TENER CONSECUENCIAS GRAVES.

Lo siguiente es un instructivo para buceo sencillo y de repetición:

En el lado A de las tablas, encontraremos la Tabla I, II, y III, las que se explican a continuación:

TABLA I

Límites de no descompresión y asignación de grupos.

Esta tabla relaciona información de profundidad y tiempo, la cual será necesaria para conocer la saturación que se adquiere en una inmersión, esta saturación se indicará por medio de una letra a la cuál se le conoce como: Inicial o Grupo.

Se localiza en el **Lado "A"**, en la parte superior izquierda. Compuesta de 26 líneas horizontales y 11 verticales.

1er. Línea horizontal: Flechas negras, indicando el sentido que deberá leerse.

2da. Línea horizontal: PIES se refiere a la profundidad expresada en el sistema inglés, comprende de "35 a 130" pies.

3er. Línea horizontal: METROS. Se refiere a la profundidad, expresada en el sistema métrico decimal, comprende de "10.5 a 39" metros.

4a. Línea horizontal: LIMITES MAXIMOS. Se refiere al tiempo, expresado en minutos, los límites máximos que aparecen aquí (números blancos en fondo negro), no se deberán sobrepasar por ningún motivo.

5a. Línea horizontal: Tiempos expresados en minutos, siempre menores a los límites máximos de cualquier profundidad.

10ma. Línea horizontal a 26va.: Se refiere a tiempos expresados en minutos, en algunos renglones en el extremo derecho aparece nuevamente el cuadro negro de los límites máximos.

NOTA: De la 5ta. a 26va. línea horizontal, encontramos también triángulos o flechas indicando el nuevo sentido de la lectura, apareciendo adelante de éstas las iniciales o grupos que van de la "A " a la "V".

FORMAS DE USO:

Se requiere de dos datos, que son la PROFUNDIDAD y el TIEMPO.

- 1) TIEMPO.- Minutos que se pretende dure la inmersión
- 2) PROFUNDIDAD.- A la cual se realizará la inmersión.

**Tabla I. Lado “A”
Límites de no descompresión**

Se expondrá a continuación un ejemplo del manejo de las tablas:

¿Si tengo una profundidad de 23 mts. con un tiempo de 20 minutos, ¿a que grupo pertenezco?

R= En el tercer renglón horizontal localizar 24 mts., por ser el próximo superior a 23, (recuerde nunca el inferior), una vez localizada la profundidad descienda en el sentido en que indican las flechas verticales hasta localizar los 20 min. o en su defecto en el inmediato superior, el 21 se encuentra en el cruce de la sexta línea vertical con quinceava horizontal, recórrase hacia la derecha de acuerdo al nuevo sentido, encontrará la inicial o grupo K. Si utiliza el diagrama del lado B, se verá de la siguiente manera:

**Tabla II. Lado “A”
Intervalo en superficie**

TABLA II

Límites de no descompresión y asignación de grupos.

ESTA TABLA UNICAMENTE SE UTILIZA PARA BUCEOS DE REPETICION, DEBERA IGNORARSE EN CASO DE REALIZAR UN BUCEO SENCILLO.

Intervalo en superficie.- Es el tiempo transcurrido desde el fin de la primera inmersión hasta que se inicie la siguiente (siempre menor a 6 horas).

Esta tabla la localiza en el lado “A”, en la parte superior derecha, en forma de escalera compuesta de 22 líneas horizontales y 22 verticales, abarcando iniciales que van de la “A” a la “V”. Al cruzarse estas líneas forman cuadros, en cuyo interior aparecen dos series de tres números divididos por dos puntos, los números que aparecen antes de los puntos significan horas, los que aparecen después son los minutos.

Para su uso se requiere de dos datos: Inicial e intervalo en superficie.

1) Inicial o Grupo: Nos lo proporciona la **tabla I**, de acuerdo a la

profundidad y tiempo de la inmersión anterior, la cual localizaremos en la **tabla II**, recorriéndonos horizontalmente hasta que aparezcan en alguno de los cuadros, el tiempo transcurrido en superficie.

2) Intervalo en superficie: Una vez localizado en la **tabla II**, cambie de dirección en sentido descendente o vertical como lo indican las flechas o triángulos, en la parte inferior aparecerá **un nuevo grupo**. Este grupo inicial cambiará de acuerdo al tiempo transcurrido, ya que en superficie ocurre la desaturación y esto provoca el cambio.

¿Terminado el buceo en un inicial “K” estando en superficie 0:46 min. cuál será mi nueva inicial o grupo? R= Horizontal “K”, en octavo cuadro 0:46-0:54, cambio de dirección a vertical descendente encontramos la nueva inicial o grupo “D”.

**Tabla II. Lado “A”
Intervalo en superficie
TABLA III**

ESTA TABLA SE UTILIZA PARA BUCEOS DE REPETICION, IGNORESE EN CASO DE SER BUCEO SENCILLO.

Esta tabla contiene los tiempos en minutos, que se deberán descontar en la siguiente inmersión debido a la saturación que todavía existe en nuestro cuerpo. Este tiempo variará de acuerdo a la nueva profundidad.

Se localiza en el Lado “A”, parte inferior compuesta por 12 líneas horizontales y 24 verticales.

La 1er. línea vertical: se refiere a PIES y comprende de 35 a 130 pies.

La 2da. línea vertical: se refiere a profundidades en METROS y comprende de 10.5 a 39 metros.

La 3ra. y 24va. línea vertical: contiene los tiempos expresados en minutos, conocidos como Tiempos de Nitrógeno Residual.

Su forma de uso es la siguiente: Se hace cruzar la línea vertical del nuevo grupo, con la línea horizontal de la profundidad seleccionada para la siguiente inmersión, el cuadro que aparece nos indica los minutos a descontar a los **límites máximos** que se encuentran en la tabla “I”.

Tomando el ejemplo anterior inicial "D", se pretende realizar una nueva inmersión a 15 mts. ¿Cuántos minutos de nitrógeno residual indica la tabla III? R= Letra "D" vertical al cruzar con horizontal de 15 mts., en el cuadro nos indica 19 minutos de TNR (Tiempo de Nitrógeno Residual).

Con este dato, se deberá regresar a la tabla "I", consultando el máximo tiempo a 15 mts.

Se observa que la 2da. línea horizontal en el 3er. cuadro, directamente abajo de la línea de límites máximos, aparece 63 min. por lo que resulta:

$$\begin{array}{r} 63 \quad \text{límite máximo} \\ - \quad 19 \quad \text{TNR} \\ \hline 44 \text{ minutos} \quad \text{tiempo máximo a 15 mts. terminando} \\ \quad \quad \quad \text{en inicial "T"}. \end{array}$$

Tabla III. Lado "A"
Tiempo de Nitrógeno Residual

	PIES	MTS	V	U	T	S	R	Q	P	O	N	M	L	K	J	I	H	G	F	E
P	35	10.5	127	117	108	100	92	85	79	73	67	62	57	52	48	44	40	36	32	28
			13	23	32	40	48	55	61	67	73	78	83	88	92	96	100	104	108	112
R	40	12	97	91	85	79	74	69	64	60	55	51	48	44	40	37	34	31	27	23
			7	13	19	25	30	35	40	44	49	53	56	60	64	67	70	73	77	80
O	50	15				60	57	53	50	47	44	41	39	36	33	31	28	26	24	22
					3	6	10	13	16	19	22	24	27	30	32	35	37	39	41	43
F	60	18					44	42	39	37	35	33	31	29	27	25	23	21	19	17
						3	5	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32
U	70	21								31	29	27	26	24	22	21	19	18	16	15
										2	4	6	7	9	11	12	14	15	17	18
N	80	24										23	22	21	19	18	17	15	14	13
												2	3	4	6	7	8	10	11	12
D	90	27											19	18	17	16	15	13	12	11
													1	2	3	4	5	7	8	9
I	100	30													15	14	13	12	11	10
															1	2	3	4	5	6
D	110	33															12	11	10	9
																	1	2	3	4
A	120	36																	9	8
																			1	2
D	130	39																		

XI TIPOS DE BUCEO

Se citan algunos de los diferentes tipos de buceo:(Gillian et al., 1992; Graver, 1983).

- 1.- BUCEO EN AGUAS COSTERAS
- 2.- BUCEO EN CAVERNAS
- 3.- BUCEO DE ALTURA

- 4.- BUCEO DE BÚSQUEDA Y RESCATE
- 5.- BUCEO CIENTÍFICO
- 6.- BUCEO EN EL HIELO

XII RECOMENDACIONES

Se tiene que bucear lo más confortable posible, así como usar la protección adecuada para el agua en donde se va a bucear. Un aspecto importante es la visión. Si se usan lentes en tierra, es recomendable utilizar un visor graduado. Si se utilizan lentes de contacto, se pueden usar mientras se bucea. Los buzos de mayor edad pueden requerir de una placa o vidrio bifocal para de esta manera permitir la lectura del manómetro y demás instrumentos.

Por otro lado, es preferible tomar jugo de frutas en abundancia para evitar la deshidratación, descansar y dormir bien antes de cada buceo y evitar cualquier tipo de medicamento. En cuanto a la dieta, se ha visto que las comidas difíciles de digerir son un factor importante en la susceptibilidad para la narcosis. Las drogas, alcohol y el tabaco hacen que se vea mermado las reacciones, el razonamiento y la habilidad para realizar el intercambio gaseoso en los pulmones (Gilliam et al., 1992).

Al descender y ascender se deben de recordar ciertos puntos como:

AL DESCENDER: estar de acuerdo con el compañero para realizar del descenso juntos, así como orientarse con algún objeto en la superficie y con el compañero recordar el plan y el tiempo de buceo (Graver, 1983)

AL ASCENDER: mirar hacia arriba y alrededor extendiendo la mano con el puño cerrado para protegerse de objetos que estén por arriba del buzo, al ir subiendo hacer por lo menos una rotación para poder mirar lo que se encuentra alrededor y atrás, y siempre subir con el compañero (Graver, 1983).

En la preparación del último momento, se debe de tener un reporte del tiempo, dejar información del lugar y de la hora en que se piensa regresar y que hacer si uno se demora. Revisar que se lleve todo el equipo necesario como visor, aletas, agua, botiquín de primeros auxilios (Graver, 1983).

Se debe de respirar despacio a un mismo ritmo, asegurarse que el equipo es cómodo, moverse despacio y cuidadosamente en el agua (Balder, 1968). Si se pierde el sentido de la orientación, y si se experimenta náusea o vértigo se deberá seguir la dirección que toman las burbujas de aire, ya que siempre tienden a ir hacia la superficie (Balder, 1968).

Si se lleva una lancha, se debe asegurar de que este correctamente anclada así como siempre llevar consigo un flotador y la bandera de buceo.

El buceo nocturno no es recomendable para buzos aficionados, todos los riesgos y peligros ordinarios que ocurren en el día se incrementan en la noche, aún con luz artificial. Los depredadores son más peligrosos en la noche, no sólo porque ellos están mejor adaptados a la oscuridad, sino que cazan con una mayor voracidad (Balder, 1968).

XIII BIBLIOGRAFÍA

ANÓNIMO, 1975. Diving manual. U.S. Navy. Vol. 1 Air Diving, Washington, U.S.A., 175 pp.

ANÓNIMO, 1990. Manual de submarinismo. Nuevas técnicas de buceo. Ed. Roca. S.A. Barcelona, España. 253pp

ANÓNIMO, 1994. Manual una estrella. Federación Mexicana de Actividades Subacuáticas. México, D.F. 97 pp.

BALDER, A.P., 1968. The complete manual of skin diving. Macwilliam Pub. Co. New York, U.S.A. 89 pp.

BRINDZE, R., 1960. All about undersea exploration. Random House Pub. New York, U.S.A., 145 pp.

COUNSILMAN, J. & B. DRINKWATER. 1972. Buceo acuático. Ed. Octavio Colmenares. México. 69 pp.

COUSTEAU. J. 1977. Mundo submarino. Tomo 13. El hombre regresa al mar. Ed. Urbion. España. 139 pp.

GILLIAM, B. R. VON MAIER, J. CREA, D. WEBB. 1992. Deep diving and advanced guide to physiology procedures and systems. 78pp.

GRAVER, D. 1983. Padi diver manual. Professional Association of Diving Instructors. U.S.A., 166pp.

IKEHARA, M.T., J. AKIRA. 1979. The New Practical Diving. Univ. of Miami Press, Globos Florida USA. 316pp.

LEE, O. 1980. Manual del buceador moderno. Edt. Diana. México. D.F., 406 pp.

SHENTON, E.H. 1972. Diving for science. Norton Co. U.S.A., 267 pp.

SPRINGER. R.R. 1983. The Digest Book of Skin & Scuba Diving. DBI Books, Inc. Illinois, USA. 97pp.

XIV GLOSARIO

ATAQUE DE DESCOMPRESIÓN = Lesión que resulta de la formación de burbujas de gas en la sangre o en los tejidos durante la inmersión o el ascenso. Las burbujas se forman del gas que estaba disuelto en la sangre o en los tejidos bajo una presión mayor, al descender disminuye la presión y el gas se expande.

BAROTRAUMA = Lesiones debidas a los efectos de la presión.

BENDS = Dolor o rigidez en las coyunturas ocasionado por burbujas de nitrógeno, esta pueden inclusive bloquear el sistema circulatorio en el cerebro o en las espina dorsal.

BUCEO EN APNEA = Buceo conteniendo la respiración, por lo tanto es de duración limitada.

CALMA = Estado o condición de la superficie del agua cuando no hay olas de viento o marejadas. La ausencia aparente de movimiento de la superficie del agua, generalmente se le considera en calma, si la velocidad de la corriente es menor a 0.1 nudos.

CALORÍAS = Unidad de calor definida originalmente como la cantidad de calor requerida para elevar la temperatura de un gramo de agua un grado centígrado.

CÁMARA DE DESCOMPRESIÓN = Cámara en la cual se realiza un proceso por medio del cual se devuelve al buzo la presión necesaria para la disolución de las burbujas de nitrógeno, si ha sufrido un ataque de descompresión o una embolia.

CORRIENTE = Movimiento horizontal del agua.

CRESTA = Altura máxima de una ola.

EMBOLIA = Bloqueo en los vasos sanguíneos por burbujas de gas.

FISIOLOGÍA DEL BUCEO = Fenómenos orgánicos que se refieren a la vida y funciones de los órganos de los seres humanos estando en o cerca del agua.

FLOTACIÓN = Fuerza ascendente ejercida en un cuerpo sumergido o flotando en un fluido, la cual puede ser a) positiva, hace que el buzo se eleve a la superficie del agua y requiere de un cierto esfuerzo para permanecer en el fondo; b) negativa, obliga al buzo a irse al fondo; c) neutra, le permite al buzo permanecer a cierta profundidad sin esfuerzo.

MAREA = Subida y bajada periódica del nivel del agua a causa de la atracción de la gravedad de la luna y el sol, que actúa sobre la superficie de la tierra en rotación.

NARCOSIS = Condición reversible que se caracteriza por el estupor o insensibilidad, se refiere generalmente a un estado mental alterado que abarca desde la ligera sensación de exaltación o euforia a una pérdida completa de los sentidos.

NAUSEA = Sensación de malestar estomacal, deseo de vomitar.

PRESIÓN ABSOLUTA = Presión total de todos los gases.

PRESIÓN AMBIENTAL = Presión circundante.

PRESIÓN PARCIAL = Presión ejercida por un campo específico en una mezcla de gases.

REGULADOR = Dispositivo que mantiene automáticamente o que ajusta el suministro de aire para el buzo, desde un tanque para igualar la presión

ambiental del agua circundante.

S.C.U.B.A. = Iniciales en inglés que se refieren a un aparato para respirar bajo el agua.

SINTOMAS = Cambios perceptibles en la condición o función corporal que pueden indicar una enfermedad o lesión.

SNORKEL = Tubo en forma de "J" cuyo extremo más corto se adapta a la boca, mientras que la parte más larga se queda en la superficie del agua, permitiendo respirar sin sacar la nariz a flote si se nada debajo del agua.

TANQUE = Recipiente metálico que contiene aire comprimido en el equipo autónomo de buceo.

AGRADECIMIENTOS

* Las tablas de buceo utilizadas fueron tomadas del Manual una estrella editado por la Federación Mexicana de Actividades Subacuáticas.

* Al Biol. Mar. Juan Manuel Silva Montero las valiosas correcciones que le hizo al presente trabajo.

* Al Ing. Oceánico Felipe Martínez Vargas y a su esposa la pasante de Ing. en acuicultura Erika Acosta Luna la presentación final de este trabajo.

* Se agradece de manera especial el apoyo brindado por el Instituto Politécnico Nacional las facilidades para la realización de este trabajo. El presente documento se desarrolló dentro de los proyectos:

Bases biológicas para el manejo sustentable de los moluscos bivalvos en la Isla San José, Baja California Sur, México. Clave CGPI 20031093

Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas
La Paz, Baja California Sur

Metales pesados en el ostión Crassostrea palmula en las Bahías de
Navachiste y Macapule, Sinaloa; México
Clave DEPI 20010370
Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional
Guasave, Sinaloa