



UNA VISIÓN GENERAL DE LAS COMPUTADORAS



Juan José Rodríguez
Evaluador de Instructores

Si hacemos un poco de historia, seguramente creeríamos que las primeras computadoras de buceo comenzaron en la década del 80. Pero la realidad es muy distinta, estos instrumentos comenzaron a desarrollarse en el año 1953 cuando la U.S.Navy sugiere el desarrollo de un sistema que pueda monitorear la descompresión y el consumo de aire en los buzos autónomos, que en aquellos años se los conocía como nadadores subacuáticos (underwater swimmers).

En 1955 Foxboro Electronics Corporation desarrolló un prototipo que lo llamo MARK I, un aparato neumático con resortes y fuelles, que simulaban la absorción y eliminación del nitrógeno. Tomaba 2 tipos de tejidos, 40 minutos y de 75 minutos. En diferentes estudios la U.S.Navy determino que no era efectiva y que había que rediseñar el aparato.



Recién en los años 60 aparece la SOS Meter, conocida también como descompresímetro. Fue diseñada y construida por SOS Diving Equipment Company de Italia y distribuida, inicialmente, en USA por Helthway Corporation y mas tarde por Scubapro.

La SOS era un instrumento de muñeca hecha en acero inoxidable. A medida que se descendía se comprimía una bolsa flexible que estaba llena de gas. La compresión hace que el gas salga a través de los poros de la bolsa e ingrese a una cámara de cerámica de volumen constante. La relación del gas que sale de la bolsa era asumida como la misma cantidad de

nitrógeno que absorbían los tejidos del cuerpo durante el descenso.

Al ascender la presión disminuye y el gas dentro de la cámara de volumen constante se expandía y aumentaba su presión. El gas salía de la cámara y regresaba a la bolsa donde inicialmente se encontraba, asumiendo que este proceso era igual a la cantidad de nitrógeno que se elimina de los tejidos durante un ascenso.

Los resultados demostraron que esta computadora era mas conservadora que las tablas de U.S.Navy para buceo menores a 18 metros, pero mas riesgosa para buceos superiores a esta profundidad.

En el año 73 la General Electric busca representar la absorción y eliminación del nitrógeno a través de unas membranas semipermeables de silicona. Para simular el cuerpo tomo 4 tejidos, demostrando gran efectividad para simular los valores de la tabla U.S.Navy, pero no se continuo con su desarrollo.

La empresa Farallon tomando la tecnología de General Electric, sobre membranas de silicona, desarrollo la primera computadora para el buceo deportivo después de la SOS Meter. Esta computadora usaba 2 tejidos, uno rápido y otro lento. Desafortunadamente en diferentes test se determino que los limites de no descompresión excedían a los de las tablas U.S.Navy y se dejo de construir.

La aparición de los microprocesadores, a principio de los años 80, revolucionaria la construcción de computadoras para el buceo, solo quedaba desarrollar los sensores que pudieran registrar la presión externa y ya estaban resueltos todos los problemas. Con los microprocesadores, colocaron un modelo de descompresión en la memoria de la computadora, lo diferentes modelos matemáticos (algoritmos) entregaron la información en función del tiempo de buceo y la presión, de esta manera el algoritmo simula la cantidad de nitrógeno que entra y sale de los tejidos del cuerpo.



En la actualidad hay diferentes modelos de computadoras, las más simples solo entregan los datos de descompresión: tiempo del buceo, el limite de descompresión según la profundidad, velocidad de ascenso, intervalo en superficie, el cálculo de un buceo repetido, buceo de altura, temperatura del agua, el tiempo de espera antes de volar, y unas mas complejas dan también la presión del aire en el tanque, y calculan el consumo que tienen el buzo. Además cuentan con un logbook que registra la inmersión pudiendo buscar la información después del buceo, esta bitácora, según el modelo que se tenga se puede transferir a una PC a través de un cable o en forma



inalámbrica por bluetooth.

Para obtener el valor de la presión del tanque hay dos maneras: a través de una manguera igual a la de un manómetro o con un transmisor y receptor que a través de una frecuencia envía los valores de la presión del tanque a la computadora.

Teniendo el consumo de aire y la temperatura del agua, algunas computadoras corrigen los cálculos para dar valores más seguros, de igual manera que haríamos nosotros con la tabla de descompresión cuando buceamos en lugares muy fríos, o con una gran actividad física.



Las computadoras fueron acompañando las diferentes formas de bucear, primeros con el nitrox, salieron modelos que se puede cambiar el porcentaje de Oxígeno y luego con el buceo técnico. Estos cambios la llevaron a agregar el cálculo del nivel de intoxicación del SNC y OTU. Con el desarrollo del buceo técnico y el uso de las mezclas de gases aparecieron computadoras para este tipo de inmersiones que permiten variar los porcentajes del oxígeno, del nitrógeno y del helio, y así desarrollar el cálculo de descompresión.



Shearwater tiene diferentes modelos que se adaptan al tipo de inmersión que se quiera hacer, la misma computadora se la puede programar para un clásico buceo deportivo o un buceo técnico. Tiene un modelo estilo reloj que puede ser usado en todo momento y cuenta con una computadora que permite presentar la información delante del buzo, enganchada en a manguera. Estos equipos fueron desarrollados para buceo con recicladores y hoy también están disponibles para buceo recreativo. Ideal para buceo en zonas de escasa visibilidad o para permitirle a los buzos obtener la información sin tener que dejar el trabajo que están desarrollando.



La gran revolución en las computadoras fue el cambio de sus display, con un sistema de led de colores mejoraron la visión bajo el agua. Son muchos los modelos que hay en el mercado, algunas computadoras que permiten colocar imágenes del lugar de buceo o tener un sensor para medir el ritmo cardíaco. Pero en general el funcionamiento de la computadora es similar en todos los modelos, lo que cambia en cada uno de ellos es: el algoritmo que usan, la forma de presentar la información, el tipo de display y la forma de operarla, pero esquemáticamente todas tienen:

Una Fuente de energía: Provee la potencia eléctrica a todos los componentes. Al comienzo en algunos modelos las baterías eran de larga vida y las reemplazaba el representante o por la fábrica. Hoy la mayoría de los modelos permiten ser reemplazadas por el usuario.

Display: Acá el buceador puede ver toda la información que registra la computadora. Según los modelos, la información y la forma de representarla se modifica.

Reloj interno: Este reloj registra el tiempo de fondo y los intervalos en superficie. En algunos modelos da la fecha y la hora.

Traductor de presión: Este componente es un sensor que da la presión que esta soportando el aparato a través de la variación de tensión que se produce.

Traductor de alta presión: Este componente lo tienen solo las computadoras que reciben la información de la presión del tanque que lo pueden recibir directamente por una manguera de alta o con un sensor inalámbrico.

Convertidor analógico/digital: El lenguaje básico de las computadoras es binario o con código digital. La corriente generada desde el traductor de presión debe ser transformada en forma digital para que tenga sentido la información. El convertidor hace que esta información sea legible por la computadora.



Memoria ROM: Es un microchip que contiene todas las instrucciones de la computadora. Esta información es inviolable, excepto por el fabricante. Tiene información sobre los tejidos, los valores máximos de tensión tisular admitido por cada uno de ellos según el modelo de descompresión utilizado.

Memoria RAM: Esta memoria almacena toda la información de los buceos y el resultado de varios cálculos hechos por el microprocesador. La información puede ser leída por el buceador en la superficie y pasada, según el modelo, a una PC.

Microprocesador: es el “cerebro” de la computadora. Toma la información del traductor de la memoria ROM y RAM y hace todos los cálculos matemáticos. Estos cálculos los hacen a través de modelos matemáticos que tratan de representar la realidad de la absorción de los gases inertes en los tejidos.

Importante: Los modelos matemáticos o algoritmos, buscan representar la realidad a través de una ecuación matemática, pero no es la realidad.

Algunos algoritmos buscan alejar la formación de micro burbujas, de esta manera hacen más segura la descompresión, por ejemplo: Modelo DCIM, del Instituto Canadiense; el modelo desarrollado por Suiza, conocido como Buhlmann, que bajo la base del modelo Haldane le presta más atención a los tejidos lentos; el VPM y el modelo de gradiente de burbujas conocido como RGBM. La variación de los algoritmos es grande y algunos modelos de computadora permiten elegir el algoritmo que vamos a usar en la inmersión. Es importante tener en cuenta que todas las computadoras usan valores más conservadores que las tablas U.S.Navy, inclusive siempre está la posibilidad de elegir el nivel de conservación que uno quiera tener.

Los Cálculos

Todos los datos que utiliza la computadora para el desarrollo de los cálculos de los buceos están cargados en su memoria ROM. Durante la inmersión hace los cálculos, los compara con los datos almacenados, e informa los valores en el display y los archiva en su memoria RAM.

La computadora, por su lectura constante de la presión del lugar de buceo, registra el perfil tal cual lo hacemos, y no computa el tiempo total de fondo con la profundidad máxima, como lo haríamos nosotros cuando usamos la tabla de descompresión. Usando una tabla, entramos con estos dos parámetros y determinamos si es necesario realizar paradas, el tiempo de la parada, y el grupo de repetición al finalizar la inmersión. Por este lado, podemos decir que las computadoras son menos conservadoras que las tablas tradicionales, pero por la forma de cálculo que utilizan, los límites de cada profundidad, más el coeficiente de seguridad, hacen que los valores sean más seguros.

La computadora por la forma de registrar los valores permite hacer buceo de multi-nivel aprovechando mucho más la inmersión. Por este motivo es común encontrar que un buzo que bajo a -27 metros estuvo 40 minutos. Si vemos las tablas clásicas, este valor es mucho mayor al permitido. Lo que ocurre es que el buceo tuvo su profundidad máxima



a - 27 metros, pero luego se fue ascendiendo y se termino buceando en los -9 metros. De esta manera gran parte del nitrógeno absorbido durante la inmersión, lo fuimos eliminando y la computadora fue registrando estos valores permitiendo hacer buceo mas prolongado.

De todas maneras esto que estamos hablando no asegura el 100 % de la eliminación de un accidente descompresivo. Tenemos que mantener las nomas de seguridad y tratar alejarnos de los limites de descompresión que nos indica en el display.

Calculo del Aire

Si bien el aire no es parte de los cálculos de descompresión, hay modelos que incluyen la gestión de aire, inclusive hacen correcciones según el consumo. Estas computadoras nos dan la información de cuanto aire tenemos y el tiempo que nos queda a esa profundidad haciendo un promedio del consumo que estamos teniendo. La información la reciben a través de una manguera igual a la del manómetro, o en forma inalámbrica.

La dependencia

Con la aparición de la computadora comenzaron a generarse buceadores totalmente dependientes de estos instrumentos, ignorando las reglas básicas de descompresión. Si bien nos dará los parámetros necesarios para realizar un buceo seguro, no se puede dejar de tener criterio referente a lo que se está haciendo, ni perder la posibilidad de evaluar el buceo y lo riesgoso que este implique.

Cualquier computadora tiene fácil lectura de la información, pero la mejor computadora no puede reemplazar el criterio de seguridad del buzo. Aquí podemos plantear la diferencias entre un buceo asistido por una computadora o un buceo dependiente de una computadora.

Usada apropiadamente es una buena herramienta en el momento de una decisión; si se utiliza sin tener ningún resguardo o criterio puede convertir el buceo en algo fuera de nuestro control y hacerse riesgoso. El tener una computadora no nos libera de entender los fenómenos de absorción y eliminación de los gases inertes, y las normas básicas de seguridad que se plantean en las tablas.

15 Consejo para usar la computadora en forma segura:

1.- Lea las instrucciones del fabricante antes de utilizarla en un buceo. Familiarizarse con las funciones que tiene y las formas de obtener la información que fue acumulando durante la inmersión.

2.- Espere 24. Antes de usar por primera vez la computadora asegúrese de no haber realizado buceos dentro de las últimas 24 horas. De esta manera se asegura no tener gas inerte residual en sus tejidos.



3.- Chequee la computadora antes de entrar al agua. Controle los valores que da la batería y compruebe que todos sus datos sean los correctos. Verifique que se active cuando entra al agua.

4.- Monitoree la computadora durante el buceo. No espere a terminar el buceo para fijarse los valores que le entrega. Asegúrese no superar el tiempo y la profundidad planificada.

5.- Guíese por la computadora que da los valores más conservadores. Si el grupo con el que está buceando tienen varias computadoras, se deben guiar por el instrumento que de valores más seguros o conservadores. Recuerde que el buceo se debe hacer en pareja, ningún buceador debe alejarse del grupo por tener datos diferentes.

6.- La computadora es personal. Después de hacer un buceo no la preste a otro buceador, hasta que este totalmente liberada de la información de su buceo. En general esto ocurre después de 24 horas. Hay modelos que permiten resetear los valores del buceo, no utilice esta opción para engañar a la computadora. El que se perjudica es Usted.

7.- No comparta su computadora. En un grupo de buceo no se debe tomar una computadora para todos. Los perfiles de buceo no son iguales en todo el grupo, esas diferencias pueden traer un error en el cálculo y lleva a un accidente a algún buceador del grupo. Considerando que se trabaja con multinivel las variaciones en el perfil son muy importantes.

8.- No bucee cerca de los límites que entrega la computadora. Llegar al límite permitido de la computadora es muy riesgoso. Hay que pensar que la computadora no pondera el estado físico de la persona que la esta usando. Es importante, en el ascenso, realizar una parada de seguridad entre 6 y 3 metros por un tiempo de 3 a 5 minutos. Hay modelos que esta parada ya la toman como obligatoria y el tiempo lo dan en función al tipo de buceo que se tuvo.

9.- Respete la velocidad de ascenso. Las computadoras tienen una velocidad de ascenso, en general es de 9 metros por minutos. Algunos modelos tienen velocidad variable durante según la profundidad, quiere decir que a mayor profundidad admite velocidad mas rápidas.

La modificación de la velocidad ocurre porque simplemente no es lo mismos ascender de -30 metros a -20 metros, (de 4 ATA a 3 ATA. Que ascender de 10 metros a la superficie, (de 2 ATA a 1 ATA).

10.- Evite buceos profundos repetidos. Estadísticamente los buceos repetidos profundos producen gran cantidad de accidentes por descompresión.

11.- Evite todos los buceos con descompresión. Aunque la computadora le de los valores necesarios para realizar la parada piense que no solo es cuestión de tiempo hacer una parada. Tiene que tener un perfecto control de su flotabilidad, tener aire suficiente y haber realizado una importante planificación. Recuerde que esta violando una norma del buceo deportivo, no realizar buceos que requieran descompresión obligatoria. Si realiza buceos con descompresión obligatoria quiere decir que ya realizo un curso de buceo técnico. Para hacer este tipo de inmersiones no solo es hacer un curso sino también mantener las habilidades y el entrenamiento para poder aplicar las técnicas de descompresión en forma adecuada.



12.- Sepa que hacer cuando la computadora falla. Si su computadora falló durante el buceo, termine inmediatamente el buceo. Ascienda lentamente a -5 metros y realice una parada de seguridad por 10 minutos. Si su computadora se descompuso en el intervalo en superficie, realice el buceo repetido a no mas de -6 metros de profundidad.

13.- Conozca el momento en que puede volar. Las computadoras tiene el símbolo de un avión que marca el tiempo que la persona debe esperar para volar. Algunas computadoras tienen valores menores que los sugeridos por la DAN. También hay modelos en que el tiempo de espera lo da en función del último perfil que realizo. Otras directamente marcan, en forma regresiva a partir de las 24 horas el tiempo que debe esperar para volar.

14.- Registre todos los valores al terminar el buceo. Si la computadora tiene una falla usted tendrá toda la información que necesita para planificar su inmersión repetida.

15.- Las computadoras almacenan los últimos buceos realizados. Es importante pasar el buceo a una libreta, o transferirlos a la PC y no dejarlo en ella, puede ocurrir que la computadora falle y pierda sus últimos buceos.

Cualquiera sea la cantidad de normas de seguridad que uno recomiende para realizar un buceo seguro o para el uso de la computadora, nunca van a reemplazar el criterio del buceador que debe determinar sus propias normas. Piense que la computadora no conoce sus condiciones físicas, su entrenamiento, ni sus conocimientos teóricos y prácticos para realizar el buceo. No se confíe en el tiempo que le da de buceo, solo usted sabe en que condiciones esta como para seguir buceando.

Lo más importante: la computadora no anula la posibilidad de tener un accidentes por descompresión, solo nosotros podemos planificar un buceo seguro y poder parámetros que no sean riesgoso.

Recuerde: Ningún elemento que utilicemos, tabla o computadora, nos asegura un 100 % de seguridad.

Este articulo es una simple descripción en forma general de las computadoras de buceo, en otro trabajo hablaremos solo de las computadoras técnicas que cada día son mas las que presentan la posibilidad de usar tres gases Oxígeno, Helio y Nitrógeno.

