

UNIDAD N° 30

Buceo con aire enriquecido con O2 (Nitrox)

Cuando escuchamos hablar de **Nitrox**, mezcla de **O2** y **N2** en proporciones diferentes a las del aire, la asociamos a un buceo profundo. En realidad las mezclas **Nitrox** no son utilizadas para obtener mayores profundidades **sino para permitir aumentar los tiempos de fondo**.

El aire tiene 78% de **N2** y 20,94% de **O2**. A esta combinación se la conoce como normoxi. Para el propósito de los cálculos se usa en general las relaciones de 79% de **N2** y de 21% de **O2**. El aire enriquecido **NITROX o EANx (Enriched Air Nitrox)** tiene diferentes proporciones a las del aire.

Son 2 las mezclas que se normalizaron: **NITROX I (32% de O2) y NITROX II (36% de O2)**, cada una de ellas tienen una profundidad máxima de buceo, **NITROX I 39 metros y NITROX II 33 metros**. Se determinaron estas profundidades máximas para cada una de las mezclas por el riesgo a la intoxicación por O2.

El EANx no es un concepto nuevo, la US NAVY alrededor del año 1959 comenzó a usar este tipo de mezclas en circuitos semicerrados. En 1977 el Dr. Morgan Wells director coordinador de buceo de la NOAA comienzan a analizar la posibilidad de utilizar este tipo de mezcla en circuito abierto. Un año después en el manual de la NOAA aparece por primera vez las tablas de las mezclas EAN I 32% O2 y EAN II 36% O2.

Al aumentar en el aire el porcentaje de oxígeno, estamos aumentando las posibilidades de una intoxicación por este gas. Se toma para trabajar con cualquier mezcla, límites inferiores y límites superiores de presión parcial de O2 (ppO2). De esta manera se evita que el buceador sufra problemas de hipoxia (baja ppO2) o problemas de hiperoxia (alta ppO2).

El límite inferior de O2 es de 0,16 ata y el límite superior es 1,6 ata. Esto hace que cada mezcla tenga un techo y un piso por donde se puede desplazar el buzo sin ningún riesgo. Este espacio por donde puede bucear se llama “nivel de vida”.

Por ser aire enriquecido con O2 se corre el riesgo de hiperoxia. Por este motivo es que se limitaron las profundidades máximas de cada una de las mezclas NI y NII.

Aplicando la ley de Dalton y utilizando la pp máxima de O2 podemos obtener las profundidades límites de cada una de las mezclas NI y NII.

Pp máxima de O2=1,6 ata

$$Pp = \frac{P_{total} \times \%O_2}{100} = \frac{Pp \times 100}{\%O_2}$$

$$NI \text{ Ptotal} = \frac{1,6 \text{ ata} \times 100}{32} = 5 \text{ ata}$$

$$NII \text{ Ptotal} = \frac{1,6 \text{ ata} \times 100}{36} = 4,44 \text{ ata}$$

Aplicando la Pp máxima de O2 a cada una de las mezclas podemos obtener la profundidad máxima. Para NI nos da una Ptotal=presión absoluta de 5 ata y para NII una Para NI significa 40 metros la profundidad inmediata inferior de la tabla es de 39 metros y para NII significa 34,4 metros, la profundidad inmediata inferior de la tabla es de 33 metros.



No solo la alta ppO₂ pueden limitar los buceos, también la permanencia a una misma presión parcial puede ser perjudicial, por este motivo se realizó una tabla de tiempo máximo de permanencia según la presión parcial (TABLA I)

pp O ₂ (ATA)	Máximo duración (min)	pp O ₂ (ATA)	Máximo duración (min)
1,6	45	1,0	300
1,5	120	0,9	360
1,4	150	0,8	450
1,3	180	0,7	570
1,2	210	0,6	720

Basándose en la fórmula de Dalton y las tablas U. S. Navy se desarrollaron las tablas de NITROX para cada una de las mezclas usadas.

En la tabla vemos la comparación que hay entre los límites de no descompresión de la U. S. Navy y los de NI y NII. El # significa que la mezcla a esa profundidad no se puede usar.

Prof. (mts)	U.S.Navy (min)	NI (min)	NII (min)
15	100	200	200
18	60	100	100
21	50	60	60
24	40	50	60
27	30	40	50
30	25	30	40
33	20	25	30
36	19	25	#
39	10	20	#

Lo que se puede hacer es bucear con Nitrox utilizando las tablas de aire, disminuyendo en forma considerable la concentración de N₂ en los tejidos, dando mayor seguridad en relación a la descompresión y menor cansancio después del buceo. Bucear con NITROX no nos obliga a utilizar equipos especiales, podemos utilizar los mismos que para los buceos con aire. Pero antes de utilizar estos equipos debemos hacerle un lavado para quitarle cualquier tipo de partículas de contaminantes.



La alta presión parcial de oxígeno en presencia de hidrocarburos puede producir una reacción generando una explosión. Por este motivo, todos los equipos que se utilicen en NITROX deben estar limpios de este tipo de elementos.

Los niveles de limpieza de los equipos dependen de las diferentes concentraciones de oxígeno que tenga la mezcla que se respiraremos. La limpieza se realiza con solvente o detergente, cuando se hace la limpieza con solvente debemos que tener mucho cuidado de realizarla en lugares abiertos para evitar los vapores tóxicos, además de asegurarnos de sacar todo rastro de esta sustancia antes de comenzar a usar el equipo.

Para lavar las válvulas (regulador y robinete), el primer paso es desarmarlos y sumergirlos en la sustancia limpiadora. Después con un equipo de ultra sonido.

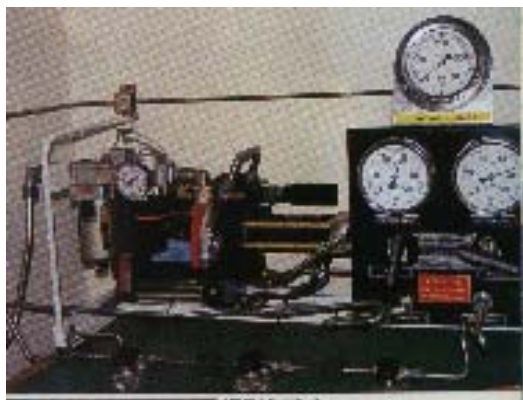
Luego de las dos etapas de limpieza se secan las piezas muy bien y se le realiza una inspección para determinar la efectividad de la limpieza. Para una completa inspección se puede usar una lámpara de UV o luz negra donde cualquier partícula de grasa o aceite se tornarán fluorescentes ante la presencia de la luz UV.

Los tanques también se deben limpiar, primero se los inspecciona visualmente para evaluar las partículas de óxido que tiene. Se retira el óxido y luego se lo llena con la sustancia limpiadora, se lo deja actuar alrededor de 20 minutos y se lo enjuaga hasta asegurarnos que no queden depósitos de la sustancia limpiadora.

En la limpieza no debemos olvidarnos de las partes de goma: los o-ring, mangueras, diafragma, etc.

Antes de armar los equipos, se los lubrica con una gasa compatible con el oxígeno y se los marca claramente que son equipos preparados para NITROX. Es muy importante prevenir





la contaminación de las piezas ya lavadas. Aquellos elementos que no son instalados inmediatamente se los puede guardar en bolsas de polietileno.

Con los tanques hay que tener la misma precaución. Una vez lavados, de no cargarlos con compresores que puedan volver a ensuciarlos. Se les coloca un stiker que dice NITROX de color amarillo y verde. También se los puede pintar de amarillo con una banda verde, lo importante es que quede bien claro que ese tanque estar destinado a

NITROX y no puede ser cargado con un compresor que no tenga los filtros necesarios que aseguren la pureza del aire.

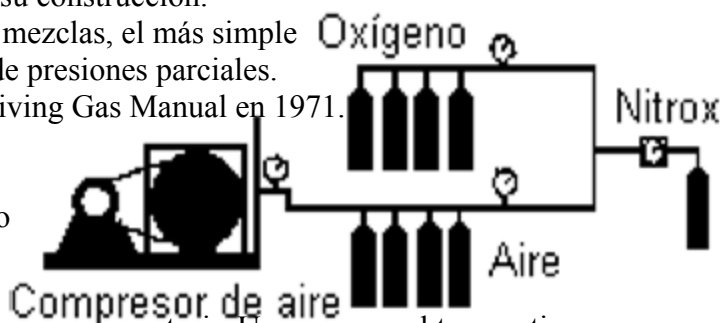
Hay empresas que sacaron equipos exclusivos para nitrox, estos modelos se los puede distinguir por su color verde y amarillo. Mecánicamente son iguales, el único cambio realizado es el material de los o-ring y del diafragma.

La fabricación de la mezcla

La parte clave de todas las mezclas es su construcción.

Hay diferentes métodos para construir una mezclas, el más simple y económico es a través de una cascada o de presiones parciales. Este método ya figuraba en el U.S.Navy Diving Gas Manual en 1971. Trabajando en cascada se puede lograr los porcentajes de O₂ requerido simplemente aplicando la ley de las presiones parciales o ley de Dalton.

El primer paso, es incorporar la presión de oxígeno necesaria para la mezcla que queremos construir. Una vez que el tanque tiene esa presión de oxígeno que buscamos, se termina de llenar con aire. Al introducir primero el oxígeno nos permite trabajar con presiones menores de este gas reduciendo al mínimo las pérdidas y alejándonos de los peligros de una explosión.



Un ejemplo de carga de un tanque lo podemos ver a continuación:

Si queremos cargar con NII (36% de oxígeno) un tanque de 200 Kg/cm², para obtener la presión de oxígeno que debemos incorporar realizamos el siguiente paso:

$$\frac{0.36 - 0.21}{0.79} \times 220 = 42 \text{ Kg/Cm}^2$$

Tenemos que ingresar 42 Kg/Cm² de oxígeno en el tanque.

Las mezclas NITROX requieren un menor tiempo de homogeneización que cualquier otro tipo de mezclas. Una vez que la mezcla se homogeneizó el gas no se estratifica, (zonas de mayor concentración de oxígeno y zonas de menor concentración de oxígeno).

Terminada la construcción de la mezcla se debe comprobar los porcentajes finales del oxígeno. Para que la mezcla este correcta su valor final no puede variar en + o - el 1% de lo buscado.

Luego de comprobado los porcentajes de oxígeno en el tanque, se coloca una tarjeta en el cuello, en esta tarjeta figura los porcentajes de la mezcla, la profundidad máxima permitida, la fecha de medición y la firma del responsable de la medición.

Para controlar los porcentajes de oxígeno de la mezcla se utilizan unos equipos llamados oxímetros. Estos equipos miden la concentración de oxígeno con un sensor por donde se hace pasar la mezcla. Se calibran con oxígeno puro, es importante calibrar el equipo antes de comenzar a usarlo. Después de calibrado, se hace pasar la mezcla por unos segundos hasta que se estabilice el medidor y verifiquemos los porcentaje de oxígeno que tiene.

El buceador puede exigir al responsable de la carga que le mida los porcentajes de oxígeno delante de él, antes de llevarse el tanque. No nos debemos olvidar que una equivocación en estos valores puede provocar un accidente de intoxicación por oxígeno o un accidente por descompresión.

