

MANUALE

NITROX DIVER



Benvenuto al Corso Nitrox

Il corso di specialità Nitrox Diver NADD oltre ad insegnare a programmare ed effettuare immersioni in Nitrox, spiega i pregi, ma soprattutto i limiti delle miscele iperossigenate, in modo da creare subacquei consapevoli e prudenti che sappiano approfittare delle opportunità che il Nitrox offre senza abusarne.

Una volta conseguito il brevetto di specialità Nitrox Diver NADD potrai effettuare immersioni in curva di sicurezza, utilizzando una miscela Nitrox contenente fino al 40% di ossigeno ad una pressione parziale massima di 1,4 ata. L'immersione respirando Nitrox deve essere limitata a 18 metri (59 piedi) se possiedi il solo brevetto Open Water Diver e comunque deve rimanere entro i limiti di profondità stabiliti dai brevetti ricreativi che eventualmente già possiedi.



Questo corso è pensato sia per i subacquei che ricercano nelle miscele iperossigenate una maggior sicurezza sott'acqua (istruttori, guide o subacquei che effettuano molte immersioni al giorno,...), sia per quelli che invece desiderano utilizzarle per allungare il proprio tempo d'immersione (fotografi, cineoperatori, biologi, ricercatori,...). A tale proposito, per chi ha la necessità di avere il massimo tempo di fondo possibile, imparerai a calcolare quale sia la "best mix", ovvero la miscela Nitrox che ti permette di ottenere i massimi vantaggi ad una data profondità. Chi si iscrive al corso Nitrox Diver NADD è già un subacqueo brevettato, pertanto non tratteremo in questo testo le nozioni base che si apprendono nel corso Open Water Diver, dandole per acquisite. Il tuo istruttore NADD è a disposizione per eventuali ripassi o approfondimenti che eventualmente si renderanno necessari.

Questo manuale è diviso in 4 moduli per lo sviluppo delle conoscenze teoriche;
alla fine di ognuno di essi troverai il relativo "Test di Apprendimento".
Alla fine del testo troverai inoltre alcune interessanti appendici di approfondimento.



NADD prevede, per le immersioni Nitrox, l'utilizzo del computer subacqueo per il mantenimento dei propri tempi all'interno dei limiti di non decompressione.

LETTURA ANTICIPATA DEL MANUALE - NOTA BENE

E' preferibile che tu legga il modulo o i moduli del manuale prima della lezione che effettuerai con l'Istruttore, in modo da essere facilitato nell'apprendimento.





MODULO 1

IL NITROX

PANORAMICA DELLA SESSIONE

Cos'è il Nitrox
Cenni storici sul Nitrox
I vantaggi del Nitrox
Pressione parziale, frazione e percentuale
La legge di Dalton

NADD

OBIETTIVI DIDATTICI

In questo modulo imparerai:

- Cos'è il Nitrox
- L'evoluzione storica del Nitrox
- Quali sono i vantaggi del Nitrox
- I concetti di pressione parziale, frazione e percentuale
- Ad utilizzare il sistema di calcolo a "T"

COS'È IL NITROX

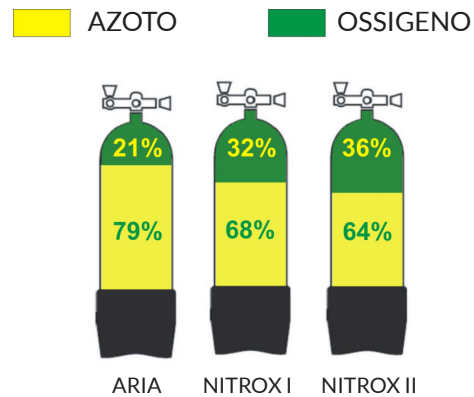
Con il termine Nitrox, fusione delle parole inglesi Nitrogen e Oxygen, si identificano tutte le miscele formate dai suddetti gas (azoto e ossigeno), pertanto anche l'aria può essere considerata Nitrox; tuttavia il mondo subacqueo convenzionalmente identifica come Nitrox soltanto le miscele che abbiano una percentuale di ossigeno superiore al 21%, pertanto sarebbe più corretto chiamarlo "aria arricchita" o "aria iperossigenata" e spesso viene appunto identificato con la sigla EANx (Enriched Air Nitrox – la x sta ad indicare la percentuale di ossigeno presente).

Esistono due miscele Nitrox standard utilizzate comunemente dai subacquei ricreativi di tutto il mondo: il NITROX I o EAN32 contenente il 32% di ossigeno ed il NITROX II o EAN36 contenente

il 36% di ossigeno; i subacquei brevettati Nitrox NADD possono però richiedere ai centri ricarica specializzati di realizzare per loro miscele Nitrox con la percentuale di ossigeno (fino ad un massimo del 40%) che ritengono più adatta al profilo di immersione pianificato. Nelle immersioni tecniche ai fini decompressivi possono essere necessarie anche miscele con percentuali di ossigeno maggiori; questi argomenti verranno trattati in modo completo nel corso Extended Range NADD.

Le miscele Nitrox non sono mai realizzate in modo totalmente "sintetico" (miscelando azoto ed ossigeno puri) ma vengono realizzate aumentando, con diverse tecniche di cui tratteremo più avanti, la percentuale di ossigeno nell'aria. Pertanto, anche se per comodità di calcolo non

verranno mai considerati in questo manuale, rimangono sempre presenti in quantità dell'1% gli altri gas che fanno normalmente parte della composizione dell'aria.



CENNI STORICI SUL NITROX

Attorno al 1841 ebbero luogo le prime identificazioni della MDD, anche se ancora non ne venivano evidenziate le cause legate all'azoto. Queste scoperte erano riferite alle problematiche derivanti dal lavoro subacqueo effettuato con utilizzo di quelli che erano chiamati "cassoni": parallelepipedi vuoti alla base, nei quali entravano gli operai, che venivano poi calati in acqua e all'interno dei quali era pompata aria dalla superficie. Questi lavoratori, al termine della giornata lavorativa, lamentavano vertigini, difficoltà respiratorie e dolori articolari, questi sintomi diminuivano ritornando al lavoro in profondità il giorno seguente. Questi sintomi vennero chiamati "bends" dagli stessi operai che lavorarono alla costruzione del ponte di Brooklyn a New York.

Fu nel 1878 che il fisiologo Paul Bert tramite i suoi studi sulle variazioni di pressione, applicando la legge di Boyle e i suoi studi sulle bolle, pose in relazione la malattia da decompressione con l'assorbimento di azoto. Ulteriori studi lo convinsero del fatto che la somministrazione di ossigeno, oltre ad alleviare le patologie della MDD, poteva accorciare i tempi di decompressione.

I suoi studi furono anche la base per quelli sviluppati in seguito da J. S. Haldane nel 1908. L'impiego di ossigeno da parte degli

incursori della Marina Militare Italiana, già da prima del 1918, fornì ulteriori conoscenze legate al suo utilizzo in ambito subacqueo.

Fu nel 1943, durante la seconda guerra mondiale, che Christian J. Lambertsen, che lavorava all'Ufficio dei Servizi Strategici americani, sperimentò l'utilizzo di una miscela ad alto contenuto di ossigeno e scoprì che questa apportava vantaggi fisiologici ed operativi e la propose per ridurre i problemi di decompressione.



Nel 1957, il francese André Galerne utilizzò una miscela azoto e ossigeno al 50% per le sue operazioni subacquee e fu nel 1957 che un manuale

subacqueo iniziò a prevedere il Nitrox come prevenzione delle MDD.

Dal 1959 la U.S. Navy iniziò ad utilizzare l'aria arricchita nei suoi sistemi subacquei e nel 1962 ne rese regolare l'utilizzo.

Fu la National Oceanographic and Atmospheric Administration (NOAA) che iniziò ad effettuare ricerche specifiche applicate e gli studi del Dr. Noah Wells portarono nel 1961 allo sviluppo della tabella NOAA Nitrox I (EAN32 = contenente il 32% di ossigeno ed il 68% di azoto) e della tabella NOAA Nitrox II (EAN36 = contenente il 36% di ossigeno ed il 64% di azoto).

Dal 1987 ebbe inizio lo sviluppo dell'addestramento di subacquei ricreativi all'utilizzo del Nitrox, per poi passare, dagli anni '90, ad una sua divulgazione molto più estesa che ha portato alla sua massiccia diffusione ai giorni nostri ed alle ulteriori applicazioni legate ai sistemi a circuito chiuso e semi-chiuso.



I VANTAGGI DEL NITROX

Hai già visto che il Nitrox è una miscela formata da azoto e ossigeno con una quantità di ossigeno superiore rispetto all'aria, va di conseguenza che l'azoto presente sarà in quantità inferiore: questo è il punto chiave che permette di comprendere buona parte dei vantaggi nel suo utilizzo.

È noto a tutti i subacquei, fin dal corso Open Water Diver, che gran parte dei problemi e delle patologie a cui si può andare incontro durante un'immersione subacquea sono appunto legati all'azoto, gas inerte presente in gran quantità nell'aria e non utilizzato dall'organismo per i processi metabolici.

I principali vantaggi che otterrai dell'uso del Nitrox in immersione sono:

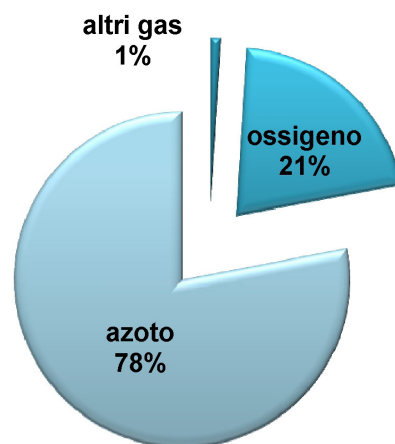
- ➔ Estensione dei tempi di non decompressione: essendo i modelli matematici utilizzati nei computer subacquei e nelle tabelle d'immersione basate sui tempi di assorbimento dell'azoto nei tessuti del corpo umano alle varie profondità, puoi facilmente intuire che avendo nel Nitrox una minor quantità di tale gas, il tempo necessario ad assorbirne una medesima quantità sarà maggiore rispetto all'aria. Questo permette di estendere i tempi di fondo in alcuni casi sino al doppio rispetto all'aria.
- ➔ Minori possibilità di MDD (Malattia da decompressione): proprio grazie alla minor quantità di azoto assorbito, a parità di tempo d'immersione, le possibilità di incorrere in una MDD saranno minori (restano comunque possibili).
- ➔ Minor insorgenza della Narcosi d'Azoto: come per le MDD in un'immersione con medesime profondità e tempo, le possibilità di insorgere della narcosi sono minori grazie alla minor quantità di azoto presente nella miscela.
- ➔ Minor intervallo di superficie tra due immersioni ripetitive: grazie al minor carico d'azoto presente alla fine della prima immersione, si potrà ridurre il tempo di intervallo di superficie pur non superando la curva di sicurezza nell'immersione successiva.
- ➔ Minor stanchezza dopo l'immersione: dovuta al minor carico d'azoto ed agli effetti benefici dell'ossigeno sull'organismo.
- ➔ Minor tempo tra immersione e volo: dovuto al minor carico d'azoto a fine immersione.

PRESSIONE PARZIALE, FRAZIONE E PERCENTUALE

Fin dal corso Open Water Diver hai imparato a conoscere la composizione dell'aria, che per comodità di calcolo arrotondiamo in 21% di ossigeno e 79% di azoto; se volessimo esprimere in forma frazionaria questi valori avremmo 0,21 e 0,79, tali valori prendono il nome di frazione del gas (fg - dove g viene sostituito dal simbolo dello specifico gas), potremo quindi dire che la frazione di ossigeno contenuta nell'aria (fO_2) è uguale a 0,21 mentre la frazione di azoto (fN_2) è uguale a 0,79.

La pressione parziale (pg - dove g viene sostituito dal simbolo dello specifico gas) è invece la pressione esercitata dal singolo gas, ad esempio nell'aria a livello del mare la pressione

parziale di ossigeno (pO_2) è uguale a 0,21 ata mentre la pressione parziale di azoto (pN_2) è uguale a 0,79 ata. La frazione del gas è costante durante tutta l'immersione, mentre la pressione parziale varia al variare della profondità.



Composizione dell'aria.

LA LEGGE DI DALTON

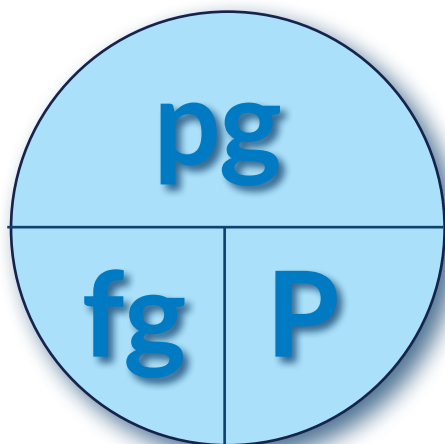
La legge di Dalton, come già visto nei corsi precedenti dice che:

La pressione totale esercitata da una miscela di gas è data dalla somma delle pressioni parziali esercitate dai singoli gas che la compongono.

Pertanto per conoscere la pressione parziale (pg) di uno dei gas che compongono la miscela non ci resta che moltiplicare la sua frazione per la pressione totale esercitata dalla miscela stessa.

Per semplificare l'esecuzione di questi calcoli, che useremo in seguito per la programmazione delle nostre immersioni, è stato sviluppato un sistema di calcolo detto a "T" che semplifica la memorizzazione delle 3 formule base.

Quest'immagine, sicuramente più semplice da memorizzare rispetto a formule matematiche, ti permette di ricavare all'occorrenza le 3 formule base necessarie per effettuare la maggior parte dei calcoli utili a programmare un'immersione in Nitrox e, una volta imparata, ti tornerà utile per il resto della tua carriera subacquea anche nei corsi avanzati e tecnici. Il suo funzionamento è molto semplice, coprendo nell'immagine il dato che si vuole ricavare si ottiene la formula relativa (Linea Orizzontale = Divisione e Linea Verticale = Moltiplicazione). Da questo ricaviamo appunto le 3 formule base:



$$pg = fg \times P$$

$$fg = \frac{pg}{P}$$

$$P = \frac{pg}{fg}$$

pg = Pressione parziale del Gas
(g viene sostituito dal simbolo dello specifico gas)

fg = Frazione del Gas
(g viene sostituito dal simbolo dello specifico gas)

P = Pressione ambiente

1. Chi può effettuare immersioni in Nitrox?

- ☐ A Tutti i subacquei in possesso almeno di brevetto Open Water Diver.
- ☐ B Solo chi possiede un brevetto di specialità Nitrox Diver.
- ☐ C Solo i sub esperti che hanno 100 immersioni registrate nel Dive Logbook.

2. Come possiamo definire il Nitrox?

- ☐ A Una miscela di Azoto e Ossigeno.
- ☐ B Una miscela di Azoto e Ossigeno con almeno il 40% di Ossigeno.
- ☐ C Una miscela di Elio e Ossigeno.

3. Quali sono le miscele Nitrox "standard"?

- ☐ A Nitrox 32 e Nitrox 34.
- ☐ B Nitrox 36 e Nitrox 33.
- ☐ C Nitrox 32 e Nitrox 36.

4. Un subaqueo brevettato Nitrox Diver NADD può immergersi con qualsiasi miscela Nitrox?

- ☐ A Sì.
- ☐ B Solo con miscele che hanno massimo il 40% di ossigeno.
- ☐ C Solo con Nitrox I e Nitrox II.

5. Cosa si intende per pressione parziale?

- ☐ A La pressione esercitata da un singolo gas componente una miscela.
- ☐ B La pressione esercitata da una miscela ad una specifica profondità.
- ☐ C La pressione di una parte del gas.





MODULO 2

EFFETTI DEL NITROX SUL CORPO UMANO

PANORAMICA DELLA SESSIONE

Effetti dell'ossigeno sul corpo umano

Effetti dell'azoto sul corpo umano

Intossicazioni da altri gas

Emergenze subacquee e Nitrox

NADD

OBIETTIVI DIDATTICI

In questo modulo imparerai:

- ➔ Quali sono gli effetti dell'ossigeno e dell'azoto sul corpo umano
- ➔ Gli effetti nocivi di alcuni gas sul corpo umano
- ➔ Come gestire le emergenze subacquee nelle immersioni in Nitrox

EFFETTI DELL'OSSIGENO SUL CORPO UMANO

Hai visto che i vantaggi del Nitrox sono principalmente dovuti alla minor presenza di azoto nella miscela; le problematiche sono invece principalmente dovute alla maggior presenza di ossigeno che, pur essendo il gas metabolico che permette la vita dell'uomo, se respirato a pressioni parziali elevate diventa tossico per l'organismo.

Già nel corso Open Water Diver si accenna appunto alla tossicità dell'ossigeno, dicendo semplicemente che il limite massimo di utilizzo dell'aria, è alla profondità di circa 56 metri (183 piedi): questo limite è imposto appunto dalla tossicità dell'ossigeno. Il problema non viene ulteriormente trattato nel corso Open Water Diver in quanto la quota supera i 40 metri (131 piedi) che è il limite dalle immersioni ricreati-

ve. Utilizzando le miscele Nitrox, in cui viene volutamente aumentata la quantità di ossigeno, non devi invece ignorarne la tossicità; infatti la maggior quantità fa sì che la profondità alla quale lo stesso diventa tossico sia molto inferiore e quindi raggiungibile dal subacqueo ricreativo.

Le problematiche relative all'ossigeno nell'organismo sono sostanzialmente due: l'ipossia, ovvero un livello troppo basso di ossigeno (problema teoricamente inesistente per le immersioni in Nitrox) e l'iperossia, dovuta invece ad eccesso di ossigeno.

IPOSSIA

L'ipossia si manifesta respirando una miscela in cui la pressione parziale di ossigeno è minore di 0,16 ata, pertanto il problema non dovrebbe

esistere nelle immersioni in Nitrox dato che la pressione parziale di ossigeno è teoricamente sempre superiore alle 0,21 ata. Il subacqueo deve però sempre restare allerta in quanto potrebbe incorrere in questa problematica nel caso di una errata miscelazione seguita dal gravissimo errore di non analizzare o analizzare in modo scorretto la miscela prima del suo utilizzo; oppure da uno scambio di bombole tra subacquei a seguito di un altrettanto grave errata marcatura delle stesse. Imparerai nel relativo capitolo come effettuare una corretta analisi e marcatura delle bombole.

I principali sintomi dell'ipossia sono:

- ➔ confusione mentale;
- ➔ scarsa consapevolezza;
- ➔ cianosi (labbra e unghie tendenti al blu);
- ➔ sonnolenza;
- ➔ debolezza;
- ➔ perdita parziale del controllo muscolare.

In seguito a prolungata esposizione a basse pO_2 sopraggiunge la perdita di coscienza, seguita da arresto respiratorio e cardiocircolatorio, che possono portare, in caso di mancanza di soccorso immediato, alla morte.

IPEROSSIA

L'iperoxia è dovuta ad un livello troppo alto di ossigeno nell'organismo ed è innescata in funzione della

pressione parziale dell'ossigeno nella miscela respirata e del tempo di esposizione alla stessa; si può presentare in due forme: quella che interessa il sistema nervoso centrale (tossicità per il CNS o effetto Paul Bert), a cui il subacqueo sportivo deve stare più attento e quella che agisce a livello polmonare (tossicità polmonare o effetto Lorraine Smith), che non è un problema per i subacquei ricreativi ma interessa i lavoratori subacquei che passano diverse ore o giorni in saturazione.

TOSSICITÀ PER IL CNS
CENTRAL NERVOUS SYSTEM (SISTEMA NERVOSO CENTRALE)

La tossicità per il CNS, come detto, agisce in funzione della pressione parziale e del tempo di esposizione alla miscela. Per questo la NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration) ha sviluppato la se-

Limiti di esposizione alle diverse pressioni parziali di ossigeno (in minuti).

pO_2 ata	Esposizione per singola Immersione	Esposizione Massima nelle 24 ore
1,4	150	180
1,3	180	210
1,2	210	240
1,1	240	270
1,0	300	300
0,9	360	360
0,8	450	450
0,7	570	570
0,6	720	720

guente tabella contenente i limiti di esposizione alle varie pO₂ per singola immersione e nelle 24 ore.

Il valore massimo di pO₂ a cui si può esporre un subacqueo ricreativo è di 1,4 ata, ma essendo la tossicità per il CNS soggettiva e legata a molti fattori, questo valore è valido solo in condizioni ottimali. Se fossero pertanto presenti fattori predisponenti tra cui:

- ➔ elevato sforzo fisico,
 - ➔ affanno,
 - ➔ freddo,
 - ➔ uso di farmaci che eccitano il sistema nervoso centrale,
 - ➔ stress,
 - ➔ scarsa condizione fisica,
 - ➔ predisposizione individuale,
- si dovrà ridurre la massima pO₂ (riducendo la profondità dell'immersione o la frazione di ossigeno nella miscela) di 0,1 ata per ognuno dei fattori predisponenti presenti.

NADD consiglia, indifferentemente dalla pO₂ scelta, di non eccedere mai i 150 minuti per singola immersione ed i 180 minuti totali per immersioni ripetitive nelle 24 ore.

L'iperossia nel CNS si manifesta con la comparsa di una crisi convulsiva. Tale crisi in superficie non sarebbe potenzialmente pericolosa, mentre in acqua porta quasi nella totalità dei casi alla perdita dell'erogatore e quindi gravissimi rischi per l'incolumità del subacqueo.

La crisi convulsiva può essere preceduta da sintomi premonitori tra cui:

- ➔ disturbi ed alterazioni visive;
- ➔ fischi alle orecchie;
- ➔ nausea;
- ➔ spasmi muscolari;
- ➔ aumento dell'ansietà;
- ➔ comportamenti irrazionali;
- ➔ euforia;
- ➔ capogiri e vertigini;
- ➔ convulsioni e perdita di coscienza.

Profondità (metri)	Profondità (piedi)	Pressione (ata)	Aria (pO ₂)	EAN32 (pO ₂)	EAN36 (pO ₂)	(O ₂)
0	0	1	0,21	0,32	0,36	1
4	13	1,4	0,29	0,44	0,50	1,4
10	32	2	0,42	0,64	0,72	
20	65	3	0,63	0,96	1,08	
29	95	3,9	0,82	1,25	1,4	
34	111	4,38	0,92	1,4		
40	131	5	1,05			
50	164	6	1,26			
56	196	7	1,4			
66	216	7,6	1,6			

Limiti di utilizzo delle differenti miscele (Aria, Nitrox, Ossigeno)

Tuttavia nella maggior parte dei casi si presenta in modo repentino e senza preavvisi.

I *Nel caso in cui durante un'immersione sospetti di essere in presenza dei sintomi di iperossia per il CNS, devi risalire di qualche metro, cercando di ridurre al minimo i movimenti. Dovrai successivamente interrompere l'immersione, raggiungere la superficie e non immergerti per le successive 24 ore.*

La tossicità per il CNS è normalmente calcolata in percentuale del tempo massimo consentito (%CNS). Tutti i moderni computer indicano tale valore in forma numerica e talvolta grafica, permettendo al subacqueo di tenerlo sotto controllo in ogni momento dell'immersione.

NADD raccomanda di non superare mai il valore di 80% CNS.

TOSSICITÀ POLMONARE

La tossicità polmonare si presenta invece respirando per diverse ore o giorni una miscela avente pressione parziale di ossigeno superiore a 0,5 ed inferiore a 1 ata, situazione tipica di chi effettua immersioni lavorative che richiedono lunghe soste di decompressione in ossigeno puro. Valori più alti di pO_2 non sono tenuti in considerazione per quanto riguar-

da la tossicità polmonare, in quanto non potrai mai raggiungere tempi di esposizione potenzialmente pericolosi incorrendo prima nel rischio della tossicità per il CNS.

Questo tipo di tossicità si presenta solitamente con sintomi simili a quelli di una polmonite e nello specifico:

- ➔ difficoltà respiratorie – respirazione asmatica;
- ➔ dolore al petto dovuto all'irritazione delle vie aeree;
- ➔ infiammazione del tessuto polmonare con conseguente riduzione della capacità vitale;
- ➔ tosse secca;
- ➔ difficoltà nel coordinare i movimenti.

Per il calcolo della quantità di ossigeno assorbita nell'ottica del controllo della tossicità polmonare, sono state sviluppate specifiche unità di misura, denominate UPTD (Unit Pulmonary Toxicity Dose) e OTU (Oxygen Tolerance Unit): tali unità sono equiparabili. In linea di massima possiamo dire che l'organismo assorbe un'unità di UPTD (OTU) per ogni minuto di respirazione di ossigeno a 1 ata.

È stato fissato a 615 Unità il valore massimo giornaliero accettabile, mentre in caso di trattamento iperbarico si può raggiungere il valore di 1425 Unità.

Questi valori ci fanno capire che per il subacqueo ricreativo è davvero improbabile incorrere in questa problematica, in quanto sono necessarie oltre 10 ore di respirazione continua di ossigeno a 1 ata per raggiungere il

valore massimo giornaliero!

Anche per la tossicità polmonare sono state sviluppate specifiche tabelle contenenti i limiti di esposizione giornalieri e per immersioni di più giorni, queste tabelle sono state volutamente omesse da questo testo

in quanto superflue per il subacqueo ricreativo.

La tossicità polmonare non viene indicata nemmeno dagli strumenti in quanto in una o più immersioni ricreative è impossibile raggiungere i valori limite.



EFFETTI DELL'AZOTO SUL CORPO UMANO

NARCOSI D'AZOTO

Come hai imparato nel corso Open Water Diver, anche l'azoto, se respirato a pressioni parziali elevate, diventa "tossico" per l'uomo.

Respirando una pressione parziale di azoto pari a 3,2 ata, corrispondenti a circa 30 metri (99 piedi), la capacità di ragionamento del subacqueo diminuisce in media del 33% e questo influisce anche sulla sua destrezza manuale e sui tempi di reazione. Infatti la narcosi d'azoto inizia, solitamente, a manifestarsi proprio intorno ai 30 metri (99 piedi).

L'insorgere della narcosi d'azoto può variare, tuttavia, da un subacqueo all'altro e da un'immersione all'altra. Stanchezza, disidratazione, velocità di discesa elevata o affaticamento sono fattori che possono favorirne l'insorgere.

La problematica principale legata alla narcosi d'azoto è che il subacqueo, avendo una percezione alterata delle situazioni, potrebbe sottovalutare delle condizioni di rischio.

E' importante, quindi, essere attento nell'identificare l'insorgere della narcosi d'azoto, per evitare di compiere azioni pericolose; tuttavia gli effetti si attenuano molto fino a scomparire semplicemente risalendo di qualche metro.

Tali effetti, nelle immersioni in Nitrox si manifesteranno a profondità maggiori rispetto all'aria in quanto respiriamo una quantità d'azoto inferiore; avremo i medesimi effetti dell'aria a 30 metri (99 piedi) respirando Nitrox I a 36 metri (118 piedi) e Nitrox II a 39 metri (127 piedi); profondità che non potremmo nemmeno raggiungere perché raggiungeremmo prima i limiti imposti dalla tossicità dell'ossigeno.

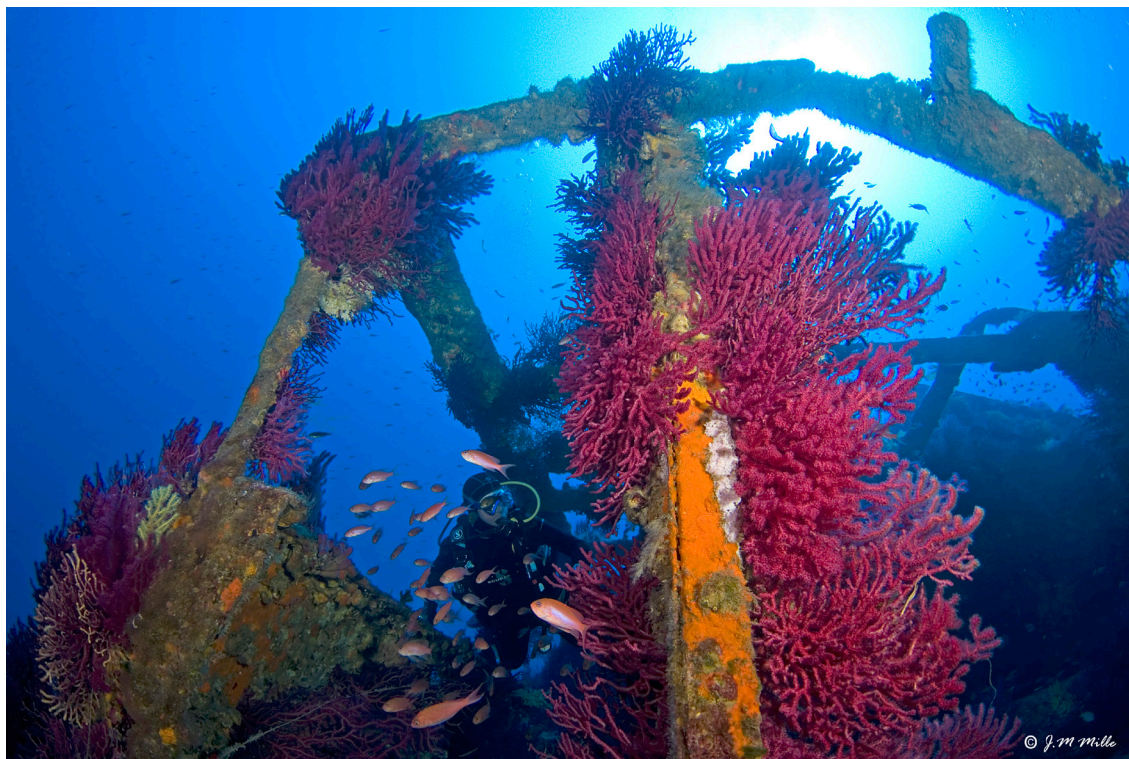
MALATTIA DA DECOMPRESSIONE

Come hai imparato nel corso Open Water Diver, respirando aria ad una pressione superiore a quella presente in superficie, il tuo organismo inizia ad assorbire l'azoto (saturazione) presente in essa in modo proporzionale alla pressione (profondità) ed al tempo di immersione; in risalita, al diminuire della pressione ambiente, i tuoi tessuti iniziano a liberare l'azoto assorbito in precedenza (desaturazione). Se l'eliminazione avviene in modo lento (rispettando la velocità di risalita e le eventuali tappe di decompressione), non avrai alcun problema una volta riemerso; se invece questo non dovesse accadere, potresti essere soggetto alla Malattia da Decompressione (MDD) che può presentarsi sotto varie forme in base alla zona del

corpo colpita ed alla gravità del problema.

Dato che l'insorgere della MDD è legata all'assorbimento dell'azoto, è semplice intuire che, respirando Nitrox anziché aria, accumulerai una quantità inferiore di azoto durante le immersioni a parità di profondità e tempo di permanenza. Dovrai quindi smaltire, durante la risalita, una quan-

tà inferiore di Azoto e questo ridurrà le probabilità di insorgenza della MDD, anche nel caso in cui commettessi un errore, trascurando le corrette procedure di prevenzione. Tuttavia è importante aver presente che immergersi respirando Nitrox non protegge da comportamenti scorretti durante l'attività subacquea.



INTOSSICAZIONI DA ALTRI GAS

Seppur non dovresti trovare nella composizione della tua miscela null'altro che azoto, ossigeno ed un 1% di altri gas (di cui il 90% di Argon), potrebbe capitare, per errori umani e/o tecnici, che si vengano a trovare all'interno della bombola gas nocivi per la salute umana.

Ecco di seguito alcuni dei gas nocivi per l'organismo:

- ➔ monossido di carbonio (CO);
- ➔ biossido di carbonio (CO₂);
- ➔ prodotti della combustione di oli lubrificanti (malfunzionamento del compressore);
- ➔ vapori di oli lubrificanti (filtri del compressore esauriti).

Queste sostanze possono essere già tossiche se respirate a bassissime concentrazioni, ma aumentano la loro pericolosità all'aumentare della pressione parziale a cui vengono respirate (come ad esempio CO), oppure essere tossiche a lungo termine (vapori di oli lubrificanti).

Non essendo attualmente presente in Italia alcuna legislatura in merito all'utilizzo e manutenzione dei compressori per uso subacqueo, l'unico modo per tutelarti da questi rischi è affidarti ad un centro ricarica conosciuto ed affidabile, che effettui tutte le manutenzioni come previsto dalla casa costruttrice del compressore utilizzato.

Potrai verificare, seppur solo in parte, la qualità dell'aria che deve essere totalmente insapore ed inodore; un buon sistema è quello di far uscire un filo d'aria contro un fazzoletto di carta: se il fazzoletto assume un cattivo odore, l'aria è inquinata. L'eventuale presenza di monossido di carbonio può essere scongiurata con appositi analizzatori elettronici o con semplici ed economici kit monouso.

L'aria per uso respirabile, secondo la norma Europea UNI EN 12021, deve avere i seguenti limiti di purezza:

Oli residui	0,5 mg/m3
Biossido di Carbonio (CO ₂)	500 ppm
Monossido di Carbonio (CO)	15 ppm
Azoto (%)	79±1
Ossigeno (%)	21±1
Odori e Sapori	ASSENTI



Analizzatore monouso per la rilevazione del monossido di carbonio (CO)

EMERGENZE SUBACQUEE E NITROX

Hai visto, nei paragrafi precedenti, che le emergenze subacquee in cui puoi incorrere durante le immersioni in Nitrox sono le medesime delle normali immersioni in aria; anche i trattamenti sono i medesimi imparati nei corsi precedenti: la somministrazione di ossigeno in caso di incidente subacqueo è necessaria sempre e comunque, anche se il subacqueo ha già respirato in immersione miscele con un'alta percentuale di ossigeno.

ESAURIMENTO DELLA MISCELA RESPIRATORIA

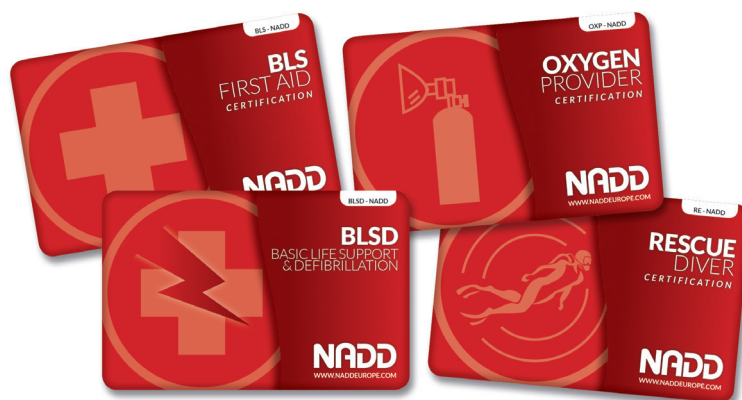
E' consigliabile che i compagni d'immersione si immergano utilizzando la stessa miscela Nitrox. In questo modo, in caso di esaurimento della bombola, entrambi potranno utilizzare la classica procedura di risalita d'emergenza respirando dalla fonte d'aria alternativa del compagno.

Qualora uno dei due compagni utilizzasse una miscela Nitrox differente, oppure aria, una volta raggiunta la superficie utilizzando la fonte d'aria alternativa del compagno, il subacqueo non dovrà immergersi per le successive 24 ore in quanto i dati del suo computer relativi all'assorbimento d'azoto e all'esposizione all'ossigeno non saranno attendibili. In particolare se il subacqueo che respira Nitrox dovesse respirare da una fonte d'aria alternativa

che fornisce aria o una miscela Nitrox con percentuale di ossigeno inferiore dovrà effettuare compatibilmente con la riserva di miscela del compagno una decompressione di emergenza della durata di almeno 6 minuti a 5 metri.

ADDESTRAMENTO AL SOCCORSO

Se sei interessato ad uno specifico addestramento al soccorso e ad approfondire gli argomenti per la tua sicurezza e quella dei tuoi compagni d'immersione puoi frequentare i corsi SES (Safety Education System) NADD dedicati alla gestione delle emergenze subacquee; il tuo istruttore NADD, durante questi corsi ti offrirà una formazione adeguata sulla gestione delle emergenze in immersione con il corso Rescue Diver; sul primo soccorso e uso del defibrillatore con il corso BLS-D e sulla somministrazione di ossigeno con il corso Oxygen Provider.



1. Cosa si intende per ipossia?

- ☐ A Un livello troppo alto di ossigeno nell'organismo.
- ☐ B Un livello troppo basso di ossigeno nell'organismo.
- ☐ C Un livello troppo basso di azoto nell'organismo.

2. Quante forme di Iperossia conosciamo?

- ☐ A Due: quella relativa al CNS e la tossicità polmonare.
- ☐ B Una: quella relativa al CNS.
- ☐ C Tre: quella midollare, quella relativa al CNS e la tossicità polmonare.

3. A quale forma di iperossia deve prestare più attenzione il subacqueo ricreativo?

- ☐ A Ad entrambe indifferente.
- ☐ B A quella polmonare.
- ☐ C A quella relativa al CNS.

4. Qual è il valore massimo di pO_2 a cui il subacqueo ricreativo può esporsi?

- ☐ A 1,4 ata.
- ☐ B 1,5 ata.
- ☐ C 1,6 ata.

5. Respirando Nitrox, la narcosi d'azoto:

- ☐ A Si presenta ad una profondità inferiore rispetto all'aria.
- ☐ B Non è un problema per il subacqueo ricreativo.
- ☐ C Si presenta ad una profondità superiore rispetto all'aria.





MODULO 3

ASPETTI PRATICI DEL NITROX

PANORAMICA DELLA SESSIONE

Calcolo della MOD
La Best Mix
Analisi della miscela
Attrezzature specifiche per il Nitrox
Norme di sicurezza

NADD

OBIETTIVI DIDATTICI

In questo modulo imparerai:

- ➔ A calcolare la MOD (massima profondità operativa)
- ➔ A calcolare quale sia la miscela Nitrox ideale per una determinata immersione
- ➔ Ad effettuare una corretta analisi della miscela
- ➔ A riconoscere le attrezzature specifiche per il Nitrox
- ➔ Quali sono le norme di sicurezza da adottare durante la manipolazione di Nitrox e ossigeno puro

CALCOLO DELLA MOD (MAXIMUM OPERATING DEPTH – MASSIMA PROFONDITÀ OPERATIVA)

Nel capitolo precedente hai imparato quanto sia pericoloso respirare ossigeno ad elevate pressioni parziali e che il limite della pressione parziale si stabilisce in base al tempo a cui prevedi di trattenerti in immersione ad una data profondità ed all'eventuale presenza di fattori predisponenti la sua tossicità.

Una volta decisa la miscela che andrai ad utilizzare per la tua immersione (che sia Nitrox I, Nitrox II o altro) e valutato quale sia la pO_2 a cui vuoi esporti (max 1,4 ata o inferiore se presenti fattori predisponenti la tossicità per il CNS), devi calcolare la MOD (Maximum Operating Depth), ovvero la massima profondità opera-

tiva di quella miscela.

Per fare ciò devi utilizzare una delle formule ricavate dalla legge di Dalton e quindi dal calcolo a "T":

$$P = \frac{pg}{fg}$$

pg = Pressione parziale del Gas
(g viene sostituito dal simbolo dello specifico gas)

fg = Frazione del Gas
(g viene sostituito dal simbolo dello specifico gas)

P = Pressione ambiente

da cui ricaverai:

$$MOD = \left(\frac{pO_2 \text{ MAX}}{fg} - 1 \right) \times 10$$

NOTA: la parte di formula aggiunta (che prevede di sottrarre uno e successivamente moltiplicare per 10) è necessaria per ottenere direttamente una profondità in metri anziché una pressione; infatti, dalla pressione ambiente ricavata attraverso la legge di Dalton viene sottratta 1 ata (pressione atmosferica), ottenendo così il valore della pressione idrostatica, che poi viene moltiplicato per 10 ottenendo la profondità in metri.

Quindi, se ad esempio volessi programmare un immersione in Nitrox I, in condizioni di freddo e di elevato carico di lavoro ($pO_2\text{Max } 1,4 - 0,2 = 1,2$) la massima profondità operativa per la tua immersione sarà:

$$MOD = \left(\frac{1,2}{0,32} - 1 \right) \times 10 = (3,75 - 1) \times 10 = 27,5 \text{ m} = 90 \text{ piedi}$$

Effettuando l'immersione con il computer ti basterà impostare, oltre alla percentuale d'ossigeno nella miscela, la pO_2 massima a cui vuoi esporti e il computer ti indicherà la MOD. Durante l'immersione, inoltre, in caso dovessi di strattamente superarla, il computer te lo segnalerà con allarmi visivi e sonori.

Durante le immersioni in Nitrox devi prestare particolare attenzione a non superare la MOD neppure di pochi metri, per scongiurare i rischi legati alla tossicità dell'ossigeno.

Di seguito una tabella riassuntiva che permette di ricavare rapidamente la MOD delle diverse miscele Nitrox alla pO_2 di 1,4 ata.

- Le miscele con percentuale d'ossigeno compresa tra il 21% ed il 28% non sono indicate in tabella in quanto la relativa MOD è superiore ai 40 metri (131 piedi) e quindi oltre i limiti della subacquea ricreativa.

TABELLA DELLE MOD ALLA PO_2 DI 1.4 ata

MISCELA	% OSSIGENO	ProfonditaMax (m)	ProfonditaMax (piedi)
Ean 29	29	38	126
Ean 30	30	37	121
Ean 31	31	35	116
Ean 32 - Nitrox I	32	34	111
Ean 33	33	32	107
Ean 34	34	31	103
Ean 35	35	30	99
Ean 36 - Nitrox II	36	29	95
Ean 37	37	28	92
Ean 38	38	27	89
Ean 39	39	26	85
Ean 40	40	25	83

LA BEST MIX

Potrà esserti utile, conoscendo la profondità alla quale dovrai operare, calcolare quale sia la miscela ottimale che possa minimizzare gli effetti dell'azoto, ottimizzare quelli dell'ossigeno e che ti permetta di operare in sicurezza. Questa miscela è definita Best Mix (miglior miscela o miscela ideale), per calcolarla dovrai avvalerti nuovamente di una delle formule ricavate dalla legge di Dalton attraverso il calcolo a "T":

$$fg = \frac{pg}{P}$$

pg = Pressione parziale del Gas
(g viene sostituito dal simbolo dello specifico gas)

fg = Frazione del Gas
(g viene sostituito dal simbolo dello specifico gas)

P = Pressione ambiente

Per meglio comprendere come calcolare la miglior miscela Nitrox per una data profondità, facciamo un esempio: un subacqueo vuole effettuare un'immersione a 36 metri (118 piedi) esponendosi ad una pO_2 massima di 1,4 ata:

$$\text{Best Mix} = \frac{1,4}{4,6} = 0,30 = \text{EAN30}$$



Ricordati, prima di entrare in acqua, di settare correttamente il tuo computer subacqueo.

ANALISI DELLA MISCELA

Nei capitoli precedenti hai compreso l'importanza di conoscere perfettamente la composizione della miscela che andrai a respirare in immersione; per questo è fondamentale analizzare sempre la miscela prima di utilizzarla e contrassegnare immediatamente la bombola in modo che non possa essere scambiata.

Adesivo di
identificazione
bombola
contenente
miscela Nitrox

NITROX	
UTILIZZATORE	
% O ₂	% N ₂
M.O.D.	Press. (BAR)
DATA	Analizzato da
NADD	

L'analisi delle miscele Nitrox viene effettuata con appositi strumenti (analizzatori d'ossigeno) che misurano la quantità d'ossigeno presente e, per differenza, ti permettono di conoscere quella dell'azoto. Il principio di funzionamento di questi strumenti si basa su un sensore elettrochimico che, attraverso una reazione chimica produce corrente elettrica in quantità proporzionale alla quantità di ossigeno che li attraversa; un circuito elet-

tronico trasforma il valore di corrente (letto in mV) nella percentuale d'ossigeno che andrai a leggere sul display.

I sensori, una volta estratti dalla confezione, hanno una vita limitata (1-2 anni a secondo del modello) anche se non vengono utilizzati, in quanto l'ossigeno presente nell'aria mantiene sempre attiva la reazione chimica usurandoli.

Analizzatore
Ossigeno



Vediamo ora come eseguire una corretta analisi:

1. accendere lo strumento;
2. attendere che il valore indicato si stabilizzi (alcuni strumenti mostrano un conto alla rovescia in fase di accensione);
3. nel caso il valore indicato non sia compreso tra 20,9 e 21 effettuare la calibrazione (possibilmente con una bombola d'aria);
4. effettuare l'analisi;
5. annotare i risultati sul registro del centro ricarica;
6. etichettare la bombola.

La regola base per una corretta analisi è conoscere il proprio strumento quindi è fondamentale leggere le istruzioni e capirne bene il funzionamento prima dell'utilizzo.

Per motivi di sicurezza ogni subacqueo deve analizzare personalmente la miscela che andrà ad utilizzare.



Per motivi di sicurezza ogni subacqueo deve analizzare personalmente la miscela che andrà ad utilizzare anche se la stessa è già stata analizzata da chi l'ha preparata. Deve annotare sul registro analisi Nitrox presente al centro ricarica/diving tutti i dati richiesti e apporre la propria firma; solo così facendo può essere sicuro della miscela Nitrox che andrà ad utilizzare in immersione. Gli stessi dati dovranno essere indicati anche sul cartellino/adesivo identificativo che andrà immediatamente e personalmente applicato alla bombola, al fine di essere certi di utilizzare quella che è stata analizzata.

La percentuale di ossigeno presente nella miscela Nitrox influisce sulla durata dell'immersione e sull'esposizione all'ossigeno. Se analizzando la miscela ci si rendesse conto che il contenuto reale di ossigeno cambia di $\pm 1\%$ vuol dire che cambieranno anche la massima profondità operativa (MOD) ed i limiti di non decompressione. Settando il computer con la percentuale di ossigeno presente nella bombola questo si adatterà e calcolerà comunque correttamente l'immersione ma, il fatto di avere più o meno ossigeno di quanto desiderato potrebbe limitare la profondità massima o, rispettivamente il tempo d'immersione che è stato pianificato.

Nonostante tutti i Diving e centri ricariche mettano a disposizione dei propri clienti uno o più analizzatori per ossigeno, per una maggior sicurezza sarebbe bene che il subacqueo disponga di un suo analizzatore di cui conosce l'utilizzo e lo stato del sensore.

NOME E COGNOME	DATA	BREVETTO	NITROX %	MOD	LITRI BOMBOLA	PRESSIONE	BOMBOLA NUMERO	FIRMA
Giulia Rossi	06/2015	Adv	32%	35 m	12	200	12	Giulia Rossi
Chiara Mazzolini	06/2015	Deep	32%	35 m	12	200	26	Chiara Mazzolini

Tipico modulo di registrazione analisi Nitrox

ATTREZZATURE SPECIFICHE PER IL NITROX



Erogatore
specifico
per Nitrox

E' usanza comune di subacquei e diving center, di considerare ai fini della sicurezza tutte le miscele con percentuale di ossigeno inferiore al 40% al pari dell'aria e quindi utilizzarle con le medesime attrezzature che utilizzano comunemente. Seppure questa linea guida in uso a livello mondiale dai primi anni del 2000 ha evidenziato un buon livello di sicurezza e risponda alle norme NOAA e U.S. Coast Guard 46 CFR 197.452, in seguito alla pubblicazione delle norme EN144-3 e EN13949 questo comportamento potrebbe non essere più consentito in alcuni paesi Europei.

Le norme EN prevedono infatti che tutte le miscele con percentuale di ossigeno superiore al 21% vengano considerate, ai fini della pericolosità, al pari dell'Ossigeno puro. Prevedono quindi l'utilizzo di attrezzature (bombole, rubinetterie ed erogatori) dedicate e che non possano essere confuse con

quelle per utilizzo con aria. Le bombole devono avere stampigliata la dicitura "MISCELA" ed avere l'ogiva di colore azzurro con una N bianca; le rubinetterie montate sulle stesse, oltre a dover essere a servizio ossigeno (ovvero costruite in materiali ossigeno compatibili e pulite per ossigeno, quindi prive di ogni contaminante che possa creare problemi a contatto con l'ossigeno stesso), devono avere il filetto di connessione con l'erogatore di passo M26x2. Tale filetto, dall'aspetto molto simile ai comuni attacchi DIN, è però di diametro maggiore e quindi non utilizzabile con erogatori dotati di consueto attacco DIN per aria. Anche gli erogatori dovranno essere a servizio ossigeno e dotati di attacco M26x2.

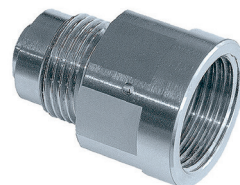
Alcuni produttori di attrezzature commercializzano adattatori che permettono l'utilizzo di comuni erogatori per aria su bombole con attacco M26x2 e viceversa. L'utilizzo di questi adattatori potrebbe non essere consentito in alcuni paesi.

Le indicazioni sull'utilizzo delle attrezzature per Nitrox possono cambiare, resta aggiornato in merito.

Per far sì che le bombole contenenti Nitrox non vengano confuse con quelle contenenti aria o altre miscele, è pras-

*Adesivo
NITROX
per l'identifica-
zione
della bombola*

si inoltre applicare sulle stesse adesivi
con la scritta "NITROX" che usualmen-
te sono di colore verde/giallo.



*Adattatore da
attacco M26
x 2 a normale
attacco Din*



NORME DI SICUREZZA

Hai visto nel paragrafo precedente che le normative vigenti prevedono l'utilizzo di specifiche attrezzature per il Nitrox; questo è dovuto alla pericolosità dell'ossigeno e di conseguenza delle miscele che ne hanno un alto contenuto.

La pericolosità dell'ossigeno è legata alle sue caratteristiche: si tratta infatti di un ottimo comburente (favorisce la combustione) e di un gas con alto potere ossidante che quindi favorisce il repentino deterioramento delle sostanze con cui viene a contatto, a meno che le stesse non siano "ossigeno compatibili".

Per ridurre i rischi legati alla pericolosità dell'ossigeno, devi rispettare alcune regole:

- ➔ lasciare la manipolazione di ossigeno puro esclusivamente a personale qualificato;
- ➔ non immagazzinare bombole di ossigeno insieme a bombole di gas combustibili;

- ➔ mantenere le bombole al riparo da fonti di calore ed in zona ben ventilata;
- ➔ non mettere MAI a contatto le attrezzature ossigeno dedicate con oli o grassi (esistono grassi specifici da utilizzare con ossigeno, da impiegare per la lubrificazione di erogatori e rubinetterie);
- ➔ aprire lentamente le rubinetterie, soprattutto nel caso in cui la bombola sia collegata ad un circuito chiuso (erogatori, fruste di travaso, ecc.), per evitare repentini sbalzi di pressione che potrebbero provocare innalzamento della temperatura;
- ➔ non fumare o usare fiamme libere durante la manipolazione.

Queste regole sono da rispettare scrupolosamente nel caso di utilizzo di ossigeno puro, ma è buona norma che vengano rispettate anche durante l'utilizzo di Nitrox.

1. Cosa si intende con la sigla MOD?

- ☐ A La massima pressione parziale di ossigeno in una miscela.
- ☐ B La massima profondità operativa di una miscela.
- ☐ C La profondità media dell'immersione.

2. Quali sono i parametri indispensabili per il calcolo della MOD?

- ☐ A Profondità e tempo di immersione.
- ☐ B Frazione di ossigeno nella miscela e massima pO_2 a cui esporsi.
- ☐ C Frazione di ossigeno e di azoto nella miscela.

3. Cosa si intende per Best Mix?

- ☐ A La miglior miscela per un subacqueo.
- ☐ B La miscela ottimale che possa minimizzare gli effetti dell'azoto e ottimizzare quelli dell'ossigeno.
- ☐ C La miglior miscela per una coppia di compagni d'immersione.

4. L'analisi della miscela deve essere effettuata:

- ☐ A Dall'istruttore.
- ☐ B Dal tecnico del centro di ricarica.
- ☐ C Dal subacqueo che utilizzerà la bombola.

5. Le bombole contenenti Nitrox vengono usualmente contrassegnate con adesivi recanti la scritta "NITROX" di colore:

- ☐ A Rosso.
- ☐ B Giallo.
- ☐ C Verde e giallo.





An underwater photograph of a coral reef. In the foreground, there is a large, branching coral structure with a pinkish-red hue. To its left, a vertical rock formation is covered in orange and yellow sponges. The background shows a deep blue sea with several small fish swimming. A semi-transparent dark blue rectangular box is overlaid on the right side of the image, containing white text.

MODULO 4

I COMPUTER SUBACQUEI E IL NITROX

PANORAMICA DELLA SESSIONE

Utilizzo del computer in Nitrox
Utilizzo di un computer per immersioni in aria
durante un immersione in Nitrox
Immersioni ripetitive in Nitrox

NADD

OBIETTIVI DIDATTICI

In questo modulo imparerai:

- ➔ Quali sono i principali parametri da settare prima di immergersi con un computer utilizzando Nitrox
- ➔ Come utilizzare un computer per aria nelle immersioni con Nitrox
- ➔ Come comportarsi in caso di malfunzionamento del computer subacqueo

UTILIZZO DEL COMPUTER IN NITROX

Al giorno d'oggi gran parte dei subacquei sportivi si immerge seguendo le indicazioni di un computer subacqueo, sia effettuando immersioni con aria che con Nitrox. Tale abitudine è sicuramente più semplice rispetto all'uso delle tabelle in entrambi i tipi di immersione, ma lo è ancor più durante quelle in Nitrox; questo perché, oltre a permetterti di utilizzare in immersione tutte le miscele Nitrox fino al 40% di ossigeno senza dover

effettuare calcoli, il computer ti segnalerà il raggiungimento della MOD (Maximum Operative Depth) e calcolerà la tossicità dell'ossigeno anche in caso di immersioni ripetitive.

SETTAGGIO DEL COMPUTER IN NITROX

Come in qualsiasi altra immersione, anche in quelle in Nitrox dovrai pre-

Computer impostato in EAN 32 e 1,40 di pO_2 . La massima profondità operativa "MOD" calcolata automaticamente dal computer è di 33,8 metri.



Computer impostato in EAN 36 e 1,40 di pO_2 . La massima profondità operativa "MOD" calcolata automaticamente dal computer è di 29 metri.



stare attenzione alla configurazione del computer. Nelle immersioni in Nitrox dovrai però prestare maggiore attenzione, in quanto prima di ogni immersione dovrai configurare la corretta percentuale di ossigeno presente nella miscela Nitrox che stai andando ad utilizzare e la massima pO_2 alla quale vuoi esporti; inseriti questi dati il computer ti mostrerà immediatamente la MOD (Maximum Operating Depth) della tua immersione.

Nel caso in cui dovessi accorgerti, durante la fase iniziale di discesa, che uno o più parametri impostati non sono corretti, dovrai riemergere, correggere le impostazioni del computer e solo dopo procedere con l'immersione. Se invece ti accorgessi dell'errore durante l'immersione, dovrai risalire in superficie e non immergerti per le successive 12 ore in quanto non sarai in grado di conoscere il quantitativo di azoto che hai assorbito ed il quantitativo di ossigeno a cui ti sei esposto.

MALFUNZIONAMENTO DEL COMPUTER

Nel caso durante un'immersione si presenti un qualsiasi malfunzionamento del computer, devi immediatamente interrompere l'immersione e riemergere, affidandoti ai dati forniti dal computer del tuo compagno d'immersione.

Ogni subacqueo deve sempre avere il suo computer: non è possibile immergersi con un solo computer per coppia in quanto anche piccole variazioni di quota o piccole differenze nella composizione della miscela utilizzata, possono influire sul profilo decompressivo generato dal computer.



Prima di immergerti con un nuovo computer subacqueo, leggi sempre attentamente tutto il manuale di istruzioni e lascia trascorrere almeno 12 ore dall'ultima immersione.

UTILIZZO DI UN COMPUTER PER IMMERSIONI IN ARIA DURANTE UN' IMMERSIONE IN NITROX

Seppur al giorno d'oggi tutti i computer subacquei in commercio sono predisposti per l'utilizzo di miscele Nitrox, potrebbe ancora capitare, qualora avessi un computer "un po' datato", di trovarti nella situazione di doverti immergere in Nitrox, ma non avere un idoneo strumento che ti permetta di impostare la quantità di ossigeno presente nella miscela che andrai a respirare in immersione.



L'immersione in questo caso sarà comunque fattibile, anche se con alcune limitazioni. Dopo aver analizzato la miscela dovrai innanzi tutto calcolare la MOD (Maximum Operating Depth) e dovrai prestare molta attenzione a non superare tale profondità in immersione perché il tuo computer non te la segnalerà.

Per quanto riguarda invece l'assorbimento di azoto, non dovrai far altro che rispettare le indicazioni del tuo computer (che sarà sicuramente più conservativo in quanto calcolerà l'immersione come se effettuata ad aria e quindi considerando una quantità di azoto maggiore), mantenendoti all'interno della curva di sicurezza. Infine, per non incorrere nella tossicità dell'ossigeno sul CNS, non dovrai oltrepassare mai i 140 minuti d'immersione totali giornalieri, indifferentemente dalla pO_2 a cui ti esporrai in immersione.

! Per una maggior sicurezza NADD raccomanda, nel caso di immersioni in Nitrox utilizzando un computer per immersioni in aria, di utilizzare come miscela d'immersione il Nitrox I (Ean 32), limitare la profondità massima ai 30 metri (99 piedi), seguire le indicazioni del computer e non oltrepassare i 140 minuti totali di immersione al giorno.

IMMERSIONI RIPETITIVE IN NITROX

Nelle immersioni ripetitive, così come per le normali immersioni, il computer subacqueo Nitrox compatibile è di grande aiuto.

Il computer si occuperà di effettuare tutti i calcoli necessari compresi quelli relativi all'intervallo di superficie ed all'eventuale utilizzo di miscele Nitrox differenti o aria nelle immersioni successive effettuate nella medesima giornata.

Il subacqueo infatti non dovrà fare altro che settare prima di ogni immersione il computer come appena visto.

Come già appreso nel corso Open Water Diver ricorda che il computer è uno strumento personale e non può essere scambiato con quello del compagno né sostituito con uno diverso tra un'immersione e l'altra.





1. Come ti devi comportare se, in fase di discesa, ti accorgessi di aver impostato erroneamente il tuo computer subacqueo?
 - ☐ A Puoi proseguire l'immersione senza problemi.
 - ☐ B Devi riemergere e, dopo aver impostato correttamente il computer, potrai riprendere l'immersione.
 - ☐ C Devi riemergere e non immergerti per le successive 24 ore.
2. Come ti devi comportare se, a metà immersione, ti accorgessi di aver impostato erroneamente il tuo computer subacqueo?
 - ☐ A Puoi proseguire l'immersione senza problemi.
 - ☐ B Devi riemergere e non dovrai immergerti più per le successive 24 ore.
 - ☐ C Devi riemergere e non dovrai immergerti più per le successive 12 ore.
3. Quali parametri devi impostare nel tuo computer prima di un'immersione Nitrox?
 - ☐ A pO_2 e MOD.
 - ☐ B Massima pO_2 a cui vuoi esporti e percentuale di ossigeno nella miscela.
 - ☐ C pO_2 e pN_2 .
4. E' possibile immergersi utilizzando Nitrox con un computer per immersioni in aria?
 - ☐ A Sì.
 - ☐ B Sì, ma utilizzando Nitrox I, rimanendo entro i 30 metri (99 piedi) e non oltrepassando 140 minuti giornalieri d'immersione.
 - ☐ C Sì, ma osservando le indicazioni del computer che indossa il compagno circa la MOD.
5. E' possibile immergersi in coppia con un unico computer subacqueo Nitrox compatibile?
 - ☐ A Sì, purché si stia vicini.
 - ☐ B Sì.
 - ☐ C No, ogni subacqueo deve avere il proprio computer.

ACCENNI SULLE TECNICHE DI PRODUZIONE

Sebbene non sia compito di questo corso insegnarle, vediamo a titolo informativo quali sono le tecniche più utilizzate dai centri ricarica qualificati per la produzione del Nitrox.

Ricaricare bombole contenenti miscele respiratorie potrebbe essere una pratica altamente rischiosa. Infatti, per caricare in sicurezza bombole contenenti tali miscele, esistono corsi specifici come il Gas Blender NADD che abilitano il subacqueo alla produzione di miscele respiratorie dopo averlo formato sulle differenti tecniche e sulle procedure di sicurezza e manipolazione dei gas.

Stazione di ricarica Nitrox



TECNICHE DI PRODUZIONE PER PRESSIONI PARZIALI

Si tratta della tecnica di produzione più facilmente attuabile data la semplicità del materiale necessario, infatti una frusta di travaso per ossigeno ed un buon manometro potrebbero essere sufficienti. Tuttavia richiede calcoli effettuati alla perfezione ed una buona manualità dell'operatore; il primo problema è oggi risolto con appositi software per pc o smartphone che effettuano i calcoli al posto dell'operatore, per il secondo solo una corretta formazione e la pratica può fornire la necessaria competenza.

Questa tecnica consiste, una volta effettuati i calcoli, nell'immettere in bombola la corretta quantità di ossigeno puro (calcolato in bar) e successivamente completare il riempimento con aria. Dovendo immettere ossigeno puro, tutte le componenti interessate dovranno essere "a servizio ossigeno" e l'attenzione alla sicurezza deve essere massima.

Le miscele realizzate con questa tecnica hanno bisogno di un lasso di tempo per permettere ai gas di miscelarsi all'interno della bombola prima che possano essere analizzate ed utilizzate, questo tempo può essere ridotto facendo ad esempio rotolare le bombole.

TECNICHE DI PRODUZIONE CON MEMBRANA DEAZOTANTE

La miscelazione con membrana deazotante si basa sulla diversità molecolare tra azoto ed ossigeno ed è certamente la tecnica più sicura per la preparazione del Nitrox. Attraverso una membrana semi permeabile viene eliminata parte dell'azoto presente nell'aria aspirata dal compressore, incrementando così la frazione d'ossigeno.

La sicurezza di questa tecnica è dovuta al fatto che non vi è presenza di ossigeno puro.

Questa tecnica è tuttavia utilizzata solamente in grossi centri di ricarica a causa dell'elevato costo della membrana necessaria alla produzione.

TECNICHE DI PRODUZIONE PER MISCELAZIONE IN CONTINUA

Si tratta della tecnica attualmente più utilizzata per la produzione di miscele Nitrox: la miscelazione avviene immettendo ossigeno puro a bassa pressione in una centralina (o tubo miscelatore) posta a monte dell'aspirazione del compressore. La quantità di ossigeno immessa è regolata attraverso un flussimetro e la miscela così preparata viene analizzata con un analizzatore d'ossigeno prima della sua immissione nel compressore che provvederà poi a compimerla ed immetterla nella bombola.

Seppure questa tecnica sia più sicura della miscelazione per pressioni parziali, operando con ossigeno soltanto a pressione ambiente, presenta un limite: permette la realizzazione di miscele con una massima quantità d'ossigeno del 40% in quanto la miscela, una volta costituita, deve passare all'interno del compressore che, utilizzando olio per la lubrificazione dei pistoni, non è certamente "a servizio ossigeno".



IL NITROX NELLA SUBACQUEA TECNICA

Il brevetto Nitrox Diver NADD è un requisito indispensabile per accedere ai corsi appartenenti alla subacquea tecnica NADD. Con questa definizione si caratterizzano le immersioni che esulano da quelle ricreative. Queste possiedono standard di sicurezza diversi: i subacquei tecnici possono superare la profondità di 40 metri (132 piedi), prevedere la fuoriuscita dalla curva di sicurezza effettuando tappe di decompressione, utilizzare più miscele differenti nel corso della stessa immersione (anche composte da tre gas

- Azoto, Ossigeno ed Elio), usare per la decompressione una miscela Nitrox con oltre il 40% di Ossigeno e/o Ossigeno puro, usufruire dei circuiti semichiusi, chiusi e molto altro ancora. La subacquea tecnica è più impegnativa di quella ricreativa e deve necessariamente essere più selettiva; ai brevettati Nitrox Diver NADD che pensano di avere le abilità tecniche e l'esperienza subacquea, consigliamo di prendere in considerazione di iscriversi ad un corso tecnico NADD per ampliare i propri orizzonti.



ADDESTRAMENTO PRATICO

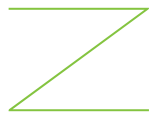
Durante l'attività pratica, insieme al tuo istruttore, applicherai quanto imparato durante la teoria. Tale attività comprenderà tutte le fasi tipiche che si susseguono nella preparazione di un' immersione Nitrox ovvero:

- ➔ Richiesta al centro ricarica della miscela Nitrox voluta;
- ➔ Analisi personale della miscela;
- ➔ Determinazione della profondità massima raggiungibile (MOD);
- ➔ Compilazione del cartellino identificativo ed applicazione dello stesso sulla bombola;
- ➔ Compilazione e firma del registro Nitrox presente al centro ricarica;
- ➔ Impostazione del computer subacqueo per immersioni in Nitrox;
- ➔ Durante l'attività pratica il tuo istruttore ti insegnerà l'utilizzo corretto di uno o più modelli di analizzatore d'Ossigeno.



Durante l'attività pratica il tuo istruttore ti insegnerà l'utilizzo corretto di uno o più modelli di analizzatore d'Ossigeno.

! Ricorda che i punti chiave delle immersioni Nitrox sono: pianificazione, analisi della miscela Nitrox e settaggio del computer.



IL NITROX

Cos'è il Nitrox	8
Cenni storici sul Nitrox	10
I vantaggi del Nitrox	12
Pressione parziale, frazione e percentuale	13
La legge di Dalton	14

EFFETTI DELL'OSSIGENO SUL CORPO UMANO

Effetti dell'ossigeno sul corpo umano	18
Effetti dell'azoto sul corpo umano	23
Intossicazione da altri gas	25

ASPETTI PRATICI DEL NITROX

Calcolo della MOD	30
La Best Mix	32
Analisi della miscela	33
Attrezzature specifiche per il Nitrox	35
Norme di sicurezza	37

I COMPUTER SUBAQUEI E IL NITROX

Utilizzo del computer in Nitrox	42
Utilizzo di un computer per immersioni in aria durante un immersione in Nitrox	44
Immersioni ripetitive in Nitrox	45

APPENDICI	48
-----------	----

MODULO 1

	A	B	C
1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
4	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

MODULO 2

	A	B	C
1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
4	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

MODULO 3

	A	B	C
1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
5	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

MODULO 4

	A	B	C
1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
3	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>