

## CHE COS'È UN CIRCUITO O REBREATHER?

### *Autore*

Luigi Casati

Gruppo Speleologico Lecchese C.A.I.

### *Fotografie*

Archivio

Gruppo Speleologico Lecchese C.A.I.



### *Sommario*

Nell'ambiente delle grotte sommerse e specialmente nei grossi sistemi, sempre più frequentemente si utilizzano dei circuiti semichiusi o chiusi, comunemente chiamati, all'inglese, rebreathers. S'introdurrà l'argomento spiegando perchè tali circuiti stiano diventando importanti, tenuto conto che si è cominciato ad utilizzarli anche nelle cavità artificiali sommerse.

### *Abstarct*

In submerged caves and especially in bigger cave systems the ever more frequent use of closed circuits or half-closed circuits is applied; its english expression "rebreathers" is commonly used also in Italy. Here we introduce the issue, explaining why this circuits are becoming important, with an eye also on submerged artificial cavities.

### *1 - I rebreathers*

Nell'ambiente delle grotte subacquee e specialmente nei grossi sistemi, sempre più frequentemente vengono alla ribalta apparati che stanno rivoluzionando le possibilità esplorative: si tratta dei circuiti semichiusi o chiusi comunemente chiamati, all'inglese, rebreathers. Cosa sono questi circuiti e perché stanno diventando così importanti?

Un circuito semichiuso o chiuso non è altro che la discendenza modificata del primo autorespiratore ad ossigeno chiamato ARO, utilizzato fin dal primo dopoguerra, a livello sportivo. Il principio di funzionamento è simile: reintegrare la quantità di ossigeno metabolizzata dal nostro organismo e trattenere l'anidride carbonica prodotta dal nostro organismo. L'anidride carbonica viene trattenuta da un filtro contenente calce sodata, trattata chimicamente affinché in caso di allagamento del canister non diventi caustica; il gas di espirazione passa attraverso il filtro si purifica dalla Co2 e ritorna nel circuito di inspirazione.

Un piccola parentesi ci permette di capire meglio i vantaggi forniti da questi apparecchi: il classico circuito aperto "OC" utilizzato dalla massa dei subacquei sportivi in questi anni, ha dei limiti di autonomia a seconda della quantità di bombole e delle loro dimensioni, delle profondità che si vogliono raggiungere; il tipo di gas immesso

nelle stesse limita, a sua volta, le profondità. Un corpo umano in superficie ventila mediamente 20 l al minuto di aria; questi litri aumentano in maniera proporzionale all'aumento della pressione in relazione alla profondità.

A 10m di profondità avremo 2Bar, quindi il corpo campione consumerà  $20l \times 2Bar = 40 \text{ l/min}$ .

A 50m di profondità avremo 6Bar, quindi il corpo campione consumerà  $20l \times 6Bar = 120 \text{ l/min}$ .

A 100m di profondità avremo 11Bar, quindi il corpo campione consumerà  $20l \times 11Bar = 220 \text{ l/min}$ .

Con questi esempi comprendiamo come il subacqueo che utilizza un circuito aperto aumenta il consumo, quindi riduce l'autonomia, con l'aumentare della profondità. Con gli apparecchi semichiusi "SCR" il nostro subacqueo imposterà, a seconda del tipo di apparecchio utilizzato, un flusso di gas in l/min oppure un rapporto tra i due polmoni che permettono il funzionamento di certi tipi di circuiti semichiusi e che gli garantirà un consumo ridotto e costante rispetto al circuito aperto. Se il nostro sub imposta un flusso di 10 l/min questa quantità di gas sarà idealmente costante a qualsiasi profondità. Con gli apparecchi chiusi "CCR", il nostro subacqueo imposterà un flusso o una pressione parziale e avrà un consumo medio di 1l/min.

Profondità in metri	Pressione in Bar	Consumo OC l/min	Consumo SCR l/min	Consumo CCR l/min
0	1	20	10	1
10	2	40	10	1
50	6	120	10	1
100	11	220	10	1

I circuiti semichiusi si suddividono in due tipi: attivi o a flusso costante, e passivi o a richiesta. La differenza fondamentale tra i due sistemi è nell'alimentazione: in un semichiuso attivo (es. Voyager, Azimut, Dolphin) l'alimentazione è a flusso costante ed il flusso è regolato da un regolatore di massa, oppure da un flussometro o da un ugello calibrato. Questo flusso viene calcolato tramite un formula matematica che utilizza valori conosciuti quali il consumo metabolico, la percentuale della miscela in bombola, la percentuale della miscela nel sistema di respirazione.

In un semichiuso passivo (DC55, Recy01, RB80) l'alimentazione è regolata dalla quantità di atti respiratori: ad ogni atto respiratorio fuoriesce dal sistema una quantità di gas costante; questa quantità di gas è vincolata al rapporto tra i due contropolmoni presenti nel sistema, uno esterno che funge da volume di ventilazione ed uno più piccolo interno che funge da contropolmone di espirazione. Uscendo gas ad ogni atto respiratorio, il volume di gas nel polmone di ventilazione diminuisce; raggiunto un volume minimo pre-tarato, si apre il meccanismo di alimentazione ed il gas nuovo entra nel sistema ad alimentare il circuito. Anche in questo caso, per poter scegliere i gas di alimentazione, occorre conoscere due valori fondamentali: il consumo metabolico ed il rapporto tra i due contropolmoni.

I circuiti chiusi a loro volta si suddividono in due gruppi: meccanici ed elettronici, due concezioni completamente diverse. Nel circuito meccanico (Voyager, Kiss) l'alimentazione viene garantita tramite un regolatore di massa o un flussometro e l'elettronica serve solo come controllo per verificare, trasformandola in pressione parziale, la quantità di ossigeno presente nella miscela. Per utilizzare correttamente un circuito meccanico, occorre tenere in considerazione un dato importante: il consumo metabolico personale; in media, un corpo umano immerso in acqua, che si sposta pineggiando, consuma 0,8 l/min di ossigeno: con questo dato si imposta la quantità di ossigeno consumata che serve per mantenere costante la pressione parziale (PpO2) dello stesso.

Nel caso di un aumento di consumo, causato da uno sforzo fisico maggiore, oppure di una diminuzione, nel caso di rallentamento dell'attività, la pressione parziale viene mantenuta manualmente utilizzando delle valvole di by pass, oppure modificando il flusso di alimentazione. Nel circuito elettronico (CISS Lunar, MK15, Buddy Inspiration, Ouroboros, ecc.) l'alimentazione viene garantita dall'impostazione sulla centralina elettronica, del valore di pressione parziale di ossigeno alla quale il subacqueo si vuole esporre ed il controllo della stessa viene fatto tramite sensori di O2 che inviano un impulso elettrico alla centralina elettronica la quale, dopo aver analizzato i dati, alimenta elettricamente una valvola solenoide che apre e chiude il passaggio di ossigeno. La centralina elettronica