

# El Buceo del Futuro, hoy entre nosotros...

Por:  
Daniel Millikovsky  
Argentina Diving



**E**n la última década se ha visto un rápido crecimiento de la cantidad de recirculadores en el mercado gracias al mejoramiento en su desarrollo y tecnología, como así también sistemas de seguridad.

Existen diversos modelos, de distintos fabricantes, destinados al buceo recreativo y técnico y su presencia se ha incrementado gracias a la posibilidad de su producción en serie y su reducción paulatina en el costo.

Año tras año se puede ver en DEMA esta evolución. Por otro lado surge la necesidad de las agencias de entrenamiento de exigir que los mismos tengan aprobación CE (Comunidad Europea) y/o NOAA.

Existen chárteres de buceo en muchos lugares del mundo que se adaptan específicamente a los buzos de Rebreather con sus necesidades y logística.

La intención de este artículo es describir las diferencias básicas entre el buceo con circuito abierto y cerrado como así también esclarecer las diferencias que hay entre los 3 tipos de Rebreathers: **de Oxígeno, Semi Cerrados y Cerrados.**



Rebreathers,  
CCR's  
(Closed Circuit Rebreathers)

## ¿Qué es un Rebreather?

En pocas palabras podríamos describir un Rebreather como una bolsa en la que se respira, donde el CO<sub>2</sub> que producimos es removido y a la que se le restituye gas nuevo para reponerle al buzo el O<sub>2</sub> que metabolizó, luego este gas respirable será re-inhalado y así continuara el ciclo.

Para que este sistema funcione, un Rebreather consta de un cartucho con material absorbente (hidróxido de sodio e hidróxido de calcio, en general), encargados de remover el dióxido de carbono que producimos y cilindro/s de gas comprimido respirable, para reponer el gas necesario.

### Sus componentes

Los tres componentes principales de todo Rebreather son:

1. El circuito de respiración, válvula de respiración o boquilla, las mangueras de respiración y los contra pulmones (Loop).
2. EL cartucho de absorción del CO<sub>2</sub> que puede variar ampliamente en diseño (Canister).
3. El sistema de entrega de gases (cilindro/s, regulador/es, válvulas)

## Circuito Abierto (CA) Vs. Circuito Cerrado (CC)

EL equipo de buceo con el que todos estamos familiarizados (SCUBA) se denomina Circuito Abierto, CA.

La ventilación con estos equipos funciona de modo que en cada exhalación se expulsa el gas que se ha inhalado previamente, al ambiente exterior. La contra de esto es que nuestro gas exhalado todavía contiene aproximadamente un 17% de Oxígeno no metabolizado, y exhalarlo es un verdadero derroche.

Además de desperdiciar Oxígeno también exhalamos diluyente (Nitrógeno) que en parte es absorbido y parte desperdiciado.

Por otro lado el gas que respiramos de un cilindro, debido a la expansión adiabática, se enfría, aumentando la deshidratación del buzo.

Los tiempos de buceo son reducidos dependiendo del VRM (Volumen Respiratorio Minuto) que está en íntima relación con la profundidad.

La obligación descompresiva es mayor ya que solo en una fase del buceo se respira la mezcla ideal. Es decir, por ejemplo: un buzo con CA respirando EAN36, únicamente a los 28.8 mts. va a estar a una PpO<sub>2</sub> de 1.4, pero durante el descenso y el ascenso estará a menores PpO<sub>2</sub>, por lo tanto va a estar absorbiendo más Nitrógeno. Es por esto que la Mejor Mezcla para 27 mts. (respetando una profundidad de tabla) es EAN36, pero este beneficio lo tiene el buzo con CA únicamente durante la fase del buceo que permanezca a esa profundidad.

La belleza de un Rebreather es que elimina el dióxido de carbono del gas exhalado, lo cual permite que la mezcla gaseosa que estamos respirando sea re-inhalada y por lo tanto no desperdiciar tanto gas casi un 95% como así lo hacen los CA.

Entre las ventajas de los Rebreaters además de la gran eficiencia en la autonomía del gas están, el respirar una mezcla húmeda reduciendo la deshidratación normal en todo buceo. Respirar una mezcla a temperatura corporal ya que la extracción del CO<sub>2</sub> por medio del absorbente produce una reacción exotérmica que calienta el gas en el sistema, esto reduce la pérdida de temperatura lo cual es fundamental en buceos prolongados y buceos técnicos donde se utiliza Trimix.

Mayor tiempo de fondo muy notable sobre todo con CCR. Menor obligación descompresiva y por lo tanto menor insulto fisiológico. También gracias a la optimización del uso de los gases el costo de estos insumos, sobre todo al usar Trimix, se reduce drásticamente ya que se recargan los cilindros con mucha menor frecuencia que con CA.

En conclusión la cantidad de gas ya no es un tema para el buzo de Rebreather CCR sino cuanto tiempo quiere permanecer y que obligación descompresiva elije hacer.

En el caso del Rebreather deportivo SCR (Semi Closed Rebreather) al igual que el buzo deportivo de CA no puede planificar descompresión pero tiene alguno de los otros beneficios citados.

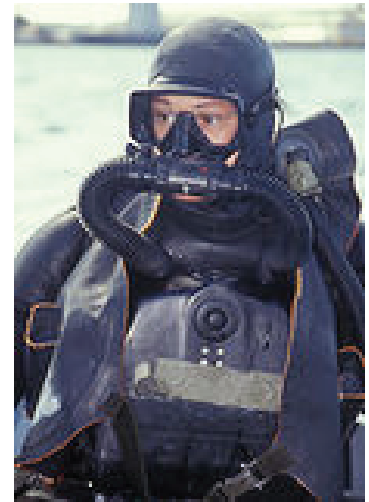
Existen 3 tipos básicos de Rebreaters de los cuales daremos una explicación breve para finalmente detenernos en los CCR específicamente.

## Rebreathers de Oxigeno (O2R)

Fueron los primeros aparatos totalmente cerrados utilizados en la segunda guerra mundial por los buzos combatientes.

Únicamente utilizan O<sub>2</sub> lo cual tiene la limitante de la profundidad de no más de 4 a 6 mts. pero el beneficio de no generar burbujas es fundamental para fines tácticos, además de no generar obligación descompresiva.

Se utilizan en intervenciones cortas y como parte de maniobras militares. Equipos similares a los de la foto usan los buzos de nuestra Armada Argentina.



## Rebreathers Semi Cerrados (SCR)

Es un equipo bastante simple. Podemos decir una transición entre el CA y los CCR. Ha sido diseñado para poder utilizar en general mezclas de EANx para maximizar la duración de las inmersiones recreativas. Su fin no es el de realizar inmersiones de descompresión, y en general se recomienda una profundidad de entre 20 y 30 metros.

El sistema trabaja con un flujo continuo, es decir que el EANx premezclado fluye continuamente atravesando una pequeña entrada, y llegando al sistema de respiración del Rebreather (Loop). El buceador simplemente decide la profundidad a la cual quiere llegar, y selecciona la apertura apropiada para el suministro suficiente de gas a respirar a esa profundidad.

Al operar con una fracción de oxígeno fija el SCR no provee un beneficio en lo que respecta a la descompresión en esto es muy similar al CA.

Cuanto más profunda sea la inmersión, más grande tendrá que ser el flujo que se necesita para que otorgue suficiente gas, y en consecuencia la duración se acortará en inmersiones profundas. Si el buzo no consume el gas que esta fluyendo en le loop, se abre una válvula de venteo para eliminar el gas excedente, por eso es semi cerrado y libera burbujas cada tanto durante el buceo.

No existe electrónica en el circuito semi cerrado que deba monitorearse de esta manera el buzo se puede concentrar en la inmersión, y sólo debe mirar el manómetro como se hace en el circuito abierto. El absorbente provee una duración de 4 hrs. aprox. Y la autonomía varía dependiendo el cilindro pero es de 90 min. aprox., según algunas otras variables. En la Argentina ya se vienen usando estos Rebreathers desde hace algunos años por buzos civiles.



## El Buceo silencioso Y sin burbujas...

Los Rebreathers CCR han revolucionado el buceo técnico y recreativo en los últimos años. Estas unidades algo más complejas que sus pares ofrecen tremendas ventajas en todos los ámbitos del buceo.

El sistema funciona por el agregado de oxígeno al loop. Esto puede ser manejado electrónicamente por medio de un solenoide y/o manualmente por el operador.

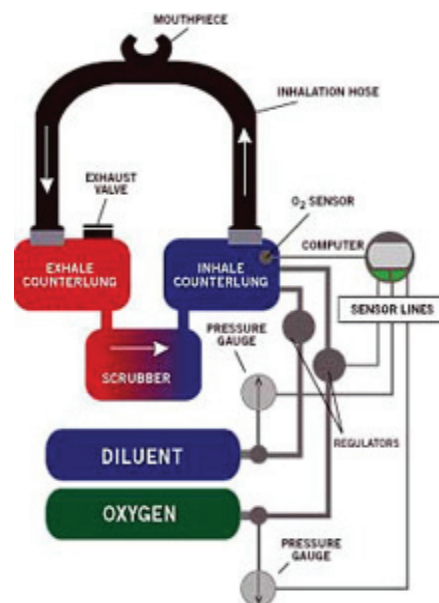
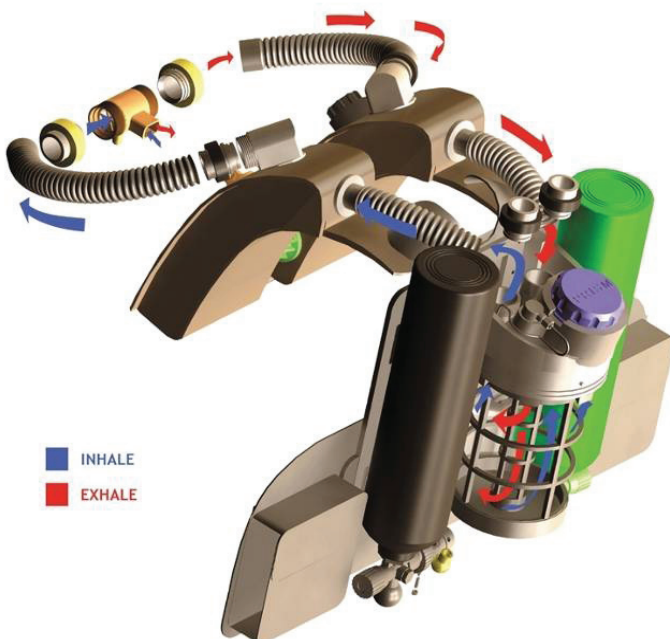
Nuestro requerimiento metabólico no se altera con la profundidad, por ende el sistema es tan eficiente a 10 mts. como a 100 mts. Los cilindros ubicados en su parte posterior son de 2 ó 3 Lts. de capacidad y permiten un promedio de 6 Hrs. de autonomía sin importar demasiado la profundidad.

Otra de las grandes diferencias del circuito cerrado y quizás la más importante es que mantiene una  $PO_2$  constante durante el buceo. Esto significa que en vez de planificar una mezcla para una profundidad dada como con el SCR (Circuito Semi Cerrado), el CCR (Circuito Cerrado) cambia constantemente la mezcla para adecuarse a la profundidad en la que se encuentra el buzo.



Es decir el sistema está constantemente actualizando el contenido de  $O_2$  para maximizar sus fracciones, y en consecuencia minimizando los niveles de absorción de  $N_2$ . Existe un incremento notable del tiempo de buceo cuando lo comparamos con el circuito abierto o con el semi cerrado.

Como la mayor parte del buceo técnico se realiza por debajo de los 30 mts. este es el sistema ideal, cuando se utiliza aire como diluyente produce el mejor Nitrox. Cuando se usa Trimix como diluyente las bondades de mejor mezcla también se obtienen y la limitante de profundidad lo establece la fracción de  $N_2$  en la mezcla PEN (Profundidad Equivalente Narcótica).



## Algunos puntos de consideración

\* Naturalmente, el sistema cerrado es un equipo más complejo y requiere mayor entrenamiento. Es literalmente como volar una nave.

\* A pesar de que los costos se han reducido enormemente en los últimos 5 años, por ser de fabricación no tan masiva éstos siguen siendo más elevados que un sistema abierto.

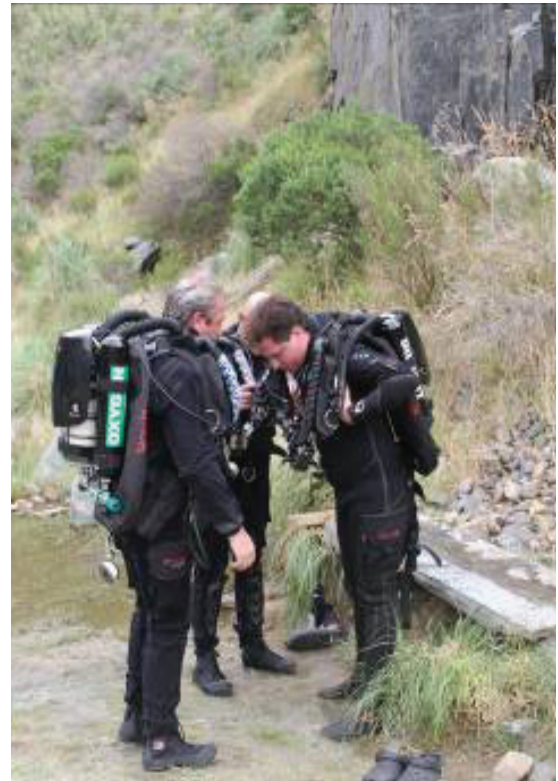
\* Referente al buceo técnico, con el costo del Helio el CCR optimiza muchísimo más el costo del gas.

\* Para la actividad de fotografía y video subacuáticos, es el sistema ideal ya que la vida marina no se asusta por el ruido de las burbujas, permitiéndonos estar a gran proximidad de ellos y poder disfrutar ese privilegio.

\* El buzo no se enfría en la proporción que lo hace con CA y al final del día o de un viaje de buceo el cansancio general es muchísimo menor.

\* El uso de un cilindro de emergencia con el mismo gas diluyente (Bail Out) es totalmente obligatorio ante cualquier inconveniente tener gas para retornar a superficie.

\* Como en todos los casos y para todas las especialidades en el buceo, es primordial y requisito tomar un curso de CCR por una agencia reconocida internacionalmente la cual va a otorgar una credencial específica según la marca y modelo de maquina utilizada en el entrenamiento.



En la Argentina ya existen las 5 primeras unidades de este tipo y los primeros 5 buzos CCR Prism2 Aire Diluyente Deco.

Los CCR están cambiando las posibilidades de buceo en el mundo permitiendo encuentros únicos, mejor rendimiento fisiológico, menor consumo de gas y buceos mucho más prolongados a los soñados por otros sistemas.

**“Si vas a bucear con CCR  
tan sólo hazlo con responsabilidad y  
focalízate con un entrenamiento adecuado  
ya que es la base fundamental para  
Tu seguridad y placer”.**

