

BOYU®

La circulación en los acuarios de arrecife.

Paradójicamente en los alrededores de un arrecife prácticamente no existe vida. Sin embargo, estos entornos marinos representan los ecosistemas con mayor densidad de biomasa y diversidad que existen en nuestro planeta. Para que se forme un arrecife es necesaria la convergencia de una serie de factores clave, como la luz solar, las corrientes oceánicas cálidas y las micro-corrientes cargadas de nutrientes que afloran desde la corteza oceánica. Estas condiciones permiten el desarrollo del fitoplancton, que representa la base de la cadena trófica de alimentación en un complejísimo sistema autosuficiente.

Los arrecifes generalmente se encuentran en áreas cálidas, a escasa profundidad, pobres en nutrientes, y muy a menudo donde además existe o hubo actividad volcánica en algún momento. Esta actividad volcánica genera una composición peculiar en las rocas, que aportarán los nutrientes necesarios a los organismos. Estas condiciones entre otras originan arrecifes de cuatro tipos: los arrecifes costeros, los arrecifes de plataforma, los arrecifes de barrera y los atolones. Sin embargo, ninguno de estos arrecifes se formarán si no reciben suficiente luz solar y la acción convergente de ciertas corrientes.



¿Cómo se generan las corrientes?

Las corrientes se originan en los océanos debido a la rotación de la tierra, el viento, la radiación solar, la temperatura del agua y las mareas. Por ejemplo, el viento genera ondulaciones en toda la superficie del mar, que al encontrarse con áreas de escasa profundidad crecen para formar las olas. La acción térmica del Sol por otro lado, provoca el calentamiento de la superficie del agua y su evaporación, generando corrientes de convección desde la superficie hasta las zonas abisales. Al mismo tiempo, la Luna y el Sol alteran cíclicamente el nivel de la superficie con su magnetismo, generando diariamente movimientos colosales de agua. Todos estos sucesos y muchos otros ocurren de forma simultánea, combinándose de forma sinérgica para formar complejos patrones de corrientes. Los arrecifes se encuentran frecuentemente al borde de un talud continental, donde el fondo marino pierde abruptamente su profundidad generando corrientes ascendentes y las olas que todos conocemos. Si sumamos en esos puntos la acción solar con la actividad cíclica de las mareas y las corrientes de convección obtendremos un patrón muy peculiar con diferentes tipos de corrientes, que variarán su comportamiento e intensidad en función a la orografía del fondo.

Las corrientes son una fuente de vida

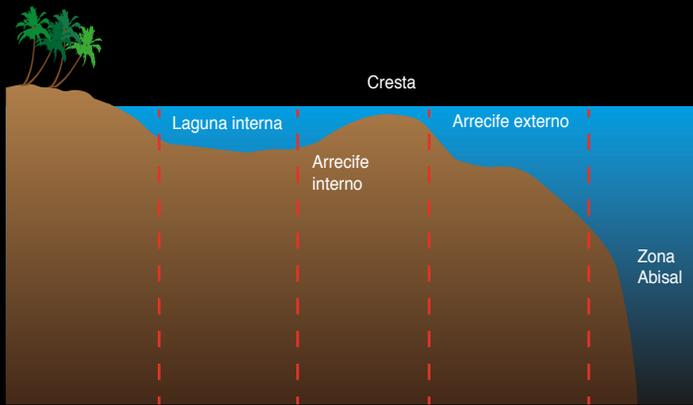
Como podremos suponer, las corrientes en los arrecifes juegan un papel primordial para la vida marina. Por un lado, las corrientes oceánicas viajan a lo largo del planeta como si fueran "ríos" dentro del mar, transportando todo tipo de especies pelágicas y cantidades ingentes de nutrientes en un agua más fría o más cálida según su procedencia. Este transporte es además el único medio de propagación para los huevos y larvas de los corales, y representa de forma indirecta el sustento de todas las especies en un arrecife. Las corrientes además permiten con su movimiento un delicado equilibrio entre el oxígeno y el dióxido de carbono de la atmósfera, así como otras reacciones químicas y procesos metabólicos primordiales. En otras palabras, las corrientes son responsables tanto de la calidad del agua como de los nutrientes necesarios para el desarrollo de un arrecife.

Los corales y otras especies sésiles.

Los invertebrados bentónicos tales como corales, esponjas, tunicados y moluscos carecen de la capacidad de desplazarse. Debido a este modo de vida sedentario sólo prosperan las larvas fijadas a las áreas donde las condiciones son favorables para su desarrollo, es decir, donde llegue la luz y las corrientes adecuadas con suficientes nutrientes. Para ello, la morfología de las distintas especies está particularmente adaptada a los distintos entornos de un arrecife. Tanto es así que si desplazáramos un espécimen a un emplazamiento diferente no sobrevivirían. Es por ello que en acuariofilia observamos las distintas necesidades de cada invertebrado para tratar de recrearlas en nuestro entorno artificial. Veamos entonces estas peculiaridades

Tipos de corrientes.

Aunque existen diversos tipos de arrecifes coralinos, podemos basarnos en la orografía y la posición de sus áreas con respecto al mar abierto para identificar en ellos cuatro tipos de ambientes de corrientes. El arrecife externo, la cresta del arrecife, las lagunas de arrecife y el arrecife interior, donde podemos además destacar los canales de arrecife. Estos distintos entornos se producen cuando las diferentes corrientes se ven afectadas por las peculiaridades orográficas de los distintos fondos y su orientación con respecto al mar abierto, dando lugar a diferentes patrones cíclicos de corrientes. Dentro de cada uno de estos cuatro entornos podemos hallar tres comportamientos en las corrientes: la corriente lineal, que genera un movimiento de agua continuo en una dirección, el mar de fondo que genera movimientos alternos en direcciones opuestas y finalmente las turbulencias, que describen movimientos erráticos, cambios de dirección bruscos y vórtices. Veamos ahora como se comportan las corrientes en estos distintos entornos.



En el gráfico de arriba podemos observar los distintos entornos que podemos encontrar un arrecife observando su una orografía. Este esquema no representa a todos los tipos de arrecifes pero sí engloba los ambientes más frecuentes que se producen en todos ellos. Cada entorno sufre condiciones muy diferenciadas debido a su posición más o menos protegida con respecto a las corrientes oceánicas, mareas y los oleajes, que aumentarán su influencia a medida que disminuye la profundidad.

Los arrecifes exteriores:

Son las áreas que reciben las corrientes oceánicas de forma directa y las frías corrientes de convección ascendentes desde la zona abisal. Estas corrientes no deben ser confundidas con las micro-corrientes ascendentes cargadas de nutrientes provenientes de la corteza oceánica. Muy a menudo forman paredes verticales y zonas inclinadas con una orografía bastante homogénea. Las ondas creadas en la superficie del agua debido a la acción del viento comienzan a provocar suaves movimientos horizontales alternantes llamados "mar de fondo". Cuando estas ondas van llegando al arrecife exterior chocan produciendo olas que más adelante desplazarán violentamente grandes masas de agua. Las olas producen una gran oxigenación especialmente en las áreas de menor profundidad. Las mareas por otro lado, producen una corriente lineal en un sentido al crecer con la pleamar, para retroceder después al sentido contrario con la bajamar pasando por un breve periodo de calma entre cada ciclo.

En estas áreas son frecuentes los corales tipo **SPS** (Small Polyp Stone) del género *Acropora* y *Scleractinia*, e incrustantes del género *Montipora*, además de corales ramificados como *Porites cylindrica*, corales duros tipo **LPS** (Large Polyp Stone) aunque poco carnosos del género *Favia*, *Favites*, *Montastrea* y *Goniastrea*. También hallaremos hidrozoos como los corales de fuego tipo *Millepora*, *Stylaster*, *Distichopora* y *Heliopora*. También veremos otros corales blandos del género *Sarcophyton* y *Sinularia*, corales de pólipos estrella de los géneros *Clavularia* y *Pachyclavularia*, alcionarios de los géneros *Dendronephthya*, *Nephtygorgia*, corales negros como los *Anthipathes* y *Cirrhopathes*. También son frecuentes las gorgonias en estos entornos.



Arrecife exterior (Gran Barrera Australiana)

Los arrecifes interiores:

Sufren corrientes mucho más caóticas que en los exteriores debido a su menor profundidad, y aunque están más protegidos de la erosión y la acción de las tormentas, se ven más afectados por la acción de las olas y las mareas. Aquí las corrientes se ven obligadas a atravesar todo tipo de superficies y oquedades muy irregulares que generan frecuentes turbulencias y vórtices. Aunque las corrientes nunca llegan a detenerse, siempre se ven atenuadas durante los periodos intermareales, incidiendo directamente sobre el metabolismo de los corales. Los arrecifes interiores presentan una orografía muy variada que da lugar a formas como canales, paredes, grutas, cuevas y fondos arenosos dispersos y áreas de decantación, donde se depositarán los restos de corales muertos y fragmentos rocosos del arrecife. Cada uno de estos entornos presentan diferentes regimenes de corrientes generan biotopos concretos.

Seguramente aquí es donde se concentra la mayor diversidad de especies, ya que veremos corales SPS del género *Acropora*, *Montipora* con forma de "plato" y corales ramificados como *Porites* spp, *Hydnophora* spp. También veremos LPS de todo tipo como corales carnosos de los géneros *Euphyllia*, *Goniopora* y los incrustantes *Lobophyllia*, *Favites*, *Fungia*, *Tubastrea*, *Acanthastrea*, *Blastomussa* y entre otros. Respecto a los corales blandos son frecuentes casi todos los géneros, siendo los más comunes los géneros *Zoanthus*, *Clavularia*, *Sarcophyton*, *Anthelia*, *Sinularia*, y *Gorgonia*. Este suele ser el emplazamiento preferido por ejemplares aislados de anémonas de tentáculos largos de los géneros *Entacmaea* y *Heteractis*.



Arrecife interior (Maldivas)

Los canales:

Se comportan como una gran olla que se llena y vacía parcialmente todos los días. Los canales se encuentran en las áreas de menor profundidad de los arrecifes interiores, y forman hendiduras o depresiones alargadas con frecuentes fondos arenosos. Esta peculiaridad provoca la canalización de las corrientes lineales de las mareas, generando fortísimos movimientos lineales con cada ciclo mareal. Debido a la violenta corriente y la escasa profundidad, el crecimiento de corales ramificados es muy limitado, siendo más frecuentes los corales masivos o incrustantes, los corales laminares y los corales flexibles.

Todos estos corales desarrollan distintas morfologías para adaptarse a ese entorno y competir con sus vecinos por el acceso a las corrientes y a la radiación solar. Así pues, veremos corales con forma de "plato" del género *Acropora*, como *Acropora pulchra*, corales incrustantes del género *Montipora*, corales blandos de los géneros *Xenia*, *Anthelia* y *Sarcophyton*, tunicados y esponjas. En los laterales superiores del canal proliferan los ejemplares de corales laminares más grandes, esponjas, gorgonias y colonias ramificadas de corales duros.



Canal de arrecife (Roatán, Honduras)

Las crestas de arrecife:

Son planicies situadas en aguas someras completamente colonizadas por corales duros. Esta escasa profundidad y forma homogénea se deben al crecimiento de estos corales durante miles de años. Estas áreas se ven azotadas por las corrientes y oleajes más violentos, ya que impactan de forma directa y a muy escasa profundidad. De hecho, esta parte del arrecife actúa como una barrera viva que protege de la mayor parte de la acción erosiva a todo el interior de este ecosistema. Fuertes corrientes de todo tipo azotan a los corales gran parte del día, amainando durante los intervalos mareales y en la bajamar. De hecho, parte del año estas áreas pueden quedar parcial o totalmente descubiertas por encima del nivel del agua todos los días durante las mareas más vivas, formando charcas inter-mareales. Estas charcas someras quedan fuera del alcance de las olas y a merced de la radiación solar, provocando un drástico aumento en la temperatura y salinidad del agua, así como un notable descenso de la tasa de oxígeno disuelto. Estos cambios tan radicales exigen una alta adaptabilidad por parte de las especies que quedan temporalmente atrapadas en estas charcas, especialmente para los corales que pueden quedar expuestos fuera del agua.

Por consiguiente, este hábitat está reservado únicamente a las especies capaces de prosperar bajo estas severas condiciones, así que veremos corales tipo SPS dotados de las estructuras calcáreas más resistentes, como son los corales duros ramificados de los géneros *Acropora*, *Heliopora* y *Anacropora*, así como corales cerebro y similares como *Montastrea* spp. y *Diploria* spp, incrustantes como *Porites*, spp y LPS poco carnosos de los géneros *Favia*, *Favites* y *Goniastrea* entre otros.



Cresta de arrecife (Filipinas)

Las lagunas de arrecife :

Se comportan como una gran piscina que se llena y vacía parcialmente todos los días debido a la acción las mareas. Debido a la ley de vasos comunicantes, estas lagunas reciben cíclicamente agua nueva al llenarse con la marea creciente, para evacuarlos después con la marea decreciente a través de unas canalizaciones que comunican este biotopo con el mar exterior. Estos ductos naturales son puntos muy interesantes, ya que allí convergen caudales de agua muy grandes. Si están abiertos a la luz solar favorecen entornos muy silares a los producidos en los canales de arrecife, y si están cerrados a la luz forman túneles que resultan ideales para la proliferación de corales carnívoros no fotosintéticos y organismos filtrantes. Dentro de las lagunas, las corrientes son generalmente suaves y en su mayoría lineales. Cuanto más suaves son estas corrientes, menor es el crecimiento coralino y mayor es la cantidad de arena es depositada en sus fondos. Este patrón de corrientes varía según la profundidad y tamaño de la laguna.

En estas áreas podemos encontrar corales de todo tipo, aunque no son frecuentes los corales ramificados. Veremos muchos corales blandos, siendo comunes los géneros *Zoanthus*, *Actinodiscus*, *Clavularia* y *Xenias*. También están presentes varios tipos de corales LPS de los géneros *Trachyphyllia*, *Welsophyllia*, *Goniopora*, *Acanthastrea*, *Catalaphyllia* y *Acanthophyllia*, así como anémonas de tentáculos cortos del género *Stichodactyla* y similares.



Laguna de arrecife (Komodo - Indonesia)

Los peces y crustáceos:

Muchas especies de peces y crustáceos arrecifales son bentónicas y desarrollan sus vidas en no más de diez metros cuadrados del fondo marino. De modo que su supervivencia depende de que su sustento acabe pasando por su pequeño territorio. Estas especies normalmente viven en simbiosis con otras, como son los blénidos, lábridos, peces payaso, camarones y muchos otros. Las corrientes para ellos son totalmente imprescindibles para su alimentación, ya que no están adaptadas a un comportamiento nómada.

Las corrientes en el acuario.

Si has leído hasta aquí, no será nada complicado apreciar la necesidad de un buen sistema de movimiento de agua para nuestro acuario de arrecife. De hecho, debido a su condición de circuito cerrado hace aún más necesario reforzar esta parte de nuestro equipamiento, ya que la demanda de oxígeno y nutrientes es mucho mayor en proporción a un arrecife natural. Para ello, usamos bombas de movimiento que emulan en mayor medida las condiciones en un arrecife. Es importante saber que por muchas bombas que coloquemos en nuestro acuario nunca alcanzaremos la extrema intensidad de corrientes a la que en ocasiones se exponen muchos invertebrados en el medio natural. Sin embargo, aunque la gran mayoría de ellos soportan corrientes muy fuertes por un período de tiempo no todos requieren la misma intensidad, ya que como hemos visto anteriormente, el régimen de corrientes varía según el área donde estén ubicados. Debemos observar entonces las necesidades puntuales de cada una de las especies sésiles, y adaptar nuestro sistema de bombas del modo más conveniente.



Ventajas de la circulación en el acuario.

Eficiencia en la filtración:

Una circulación correctamente configurada homogeniza toda el agua de nuestro sistema de modo que la aspiración del filtro absorberá hasta el 100% del agua varias veces por hora, tratándola de forma eficaz y eficiente.

Oxigenación:

Al igual que en el medio natural, una buena circulación favorece el intercambio gaseoso con la superficie del agua, evacuando el exceso de CO₂ y obteniendo el O₂ vital para la vida en nuestro acuario. Esto posibilita un desarrollo sano en los invertebrados y evitará estrés y enfermedades.

Zonas anaerobias:

Una falta de circulación o una configuración inapropiada provocará que existan áreas sin movimiento de agua, especialmente tras las rocas vivas o el decorado. En estas áreas el potencial REDOX y el valor pH son demasiado bajos y disminuye la calidad general del agua. Esta situación está normalmente asociada a la proliferación excesiva de algas no deseadas en nuestros acuarios.

Limpieza:

Si la circulación es insuficiente o inadecuada pueden acumularse detritos en el fondo, tras la decoración en ciertas áreas de difícil acceso para nosotros. Esa suciedad "invisible" al ojo es un foco de patógenos facultativos nocivos y caídas drásticas de los niveles de oxígeno en el agua disuelto debido a la alta demanda de este elemento (DBO). Sin embargo, una circulación bien diseñada "barre" todos los detritos antes de que se acumulen permitiendo que nuestro filtro mecánico pueda retenerlos.

Salud:

Las corrientes que inciden sobre el tejido de los corales son su medio para liberarse del exceso de mucus segregado por diversas causas, así como desechos metabólicos de sus pólipos y detritus, o bien partículas sólidas que de otra forma se depositarían sobre ellos.

Esta es la principal causa de infecciones bacterianas en muchos corales de nuestros arrecifes domésticos, causando necrosis en sus tejidos y a menudo la muerte del ejemplar.

Alimento:

Los nutrientes que ofrecemos a nuestros invertebrados básicamente se componen de zooplancton, fitoplancton, macro-nutrientes y oligoelementos, que necesitan ser transportados por las corrientes para que nuestros corales puedan alimentarse. Muchos invertebrados diminutos proliferarán en las rocas vivas gracias al acceso que les ofrecen las corrientes en el acuario. No olvidemos que aunque las esponjas y tunicados pueden forzar un flujo de agua para filtrar partículas alimenticias, este proceso es totalmente pasivo para muchos invertebrados, y que sin las corrientes no podrían ingerir alimento.

Desarrollo y propagación:

Estudios realizados sobre corales calcáreos indican que un descenso en la velocidad del flujo de corriente sobre la superficie de sus tejidos deprime notablemente el índice de fotosíntesis y la calcificación en las especies adaptadas a vivir en entornos de fuertes corrientes.

Algas:

En un acuario sano, las algas menores y las cianobacterias no prosperan adecuadamente si son expuestas a generosas corrientes. De modo que conviene asegurarse de tener suficiente movimiento de agua, especialmente en las áreas más iluminadas del arrecife.



Plaga de cianobacterias en un acuario de arrecife

Estética.

Finalmente, nada es más espectacular que presenciar en nuestro acuario unos corales totalmente abiertos a merced de las corrientes cambiantes. Tanto los peces como los animales sésiles se comportarán de una forma natural en este entorno. Las corrientes generan un acuario saludable y eso siempre se refleja en un aspecto prístino y bello.



Xenia elongata

Como instalar nuestro propio sistema de circulación:

Para lograr una buena circulación en nuestro acuario debemos colocar bombas de alto flujo de agua. Aunque sirve cualquier bomba para agua salada solemos usar aquellas especialmente diseñadas para tal propósito, ya que así obtendremos un ahorro energético notable, una configuración flexible y un comportamiento óptimo. A la hora de configurar nuestras bombas debemos observar dos aspectos importantes; la cantidad y la calidad.

La cantidad se mide en litros por hora, y por lo general solemos instalar suficiente circulación como para mover aproximadamente diez veces el volumen de agua del acuario cada hora. Por ejemplo, en un acuario con capacidad para 200 litros de agua instalaríamos 2000 litros por hora de capacidad en bombas o incluso más. Debido a su alta demanda, es muy difícil sobredimensionar la circulación en un acuario de arrecife, pero si debemos procurar no exponer a excesiva corriente a determinados invertebrados sensibles a las corrientes directas. No debemos confundir estas corrientes con la circulación del sistema de filtración, que al contrario es más eficiente cuanto más despacio funcione. Como referencia un filtro no debe superar las tres veces por hora de circulación. En cambio, es frecuente combinar el sentido de circulación con el flujo de filtración para reforzar la eficiencia de ambos y obtener un efecto sinérgico.

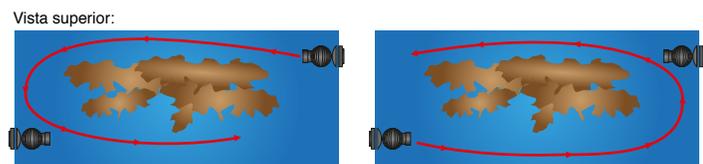
La calidad consiste en que las bombas que instalemos deberán ofrecer movimiento de agua en todo el acuario sin omitir ningún área. Esto evitará las peligrosas zonas anaerobias y la acumulación de detritus en el fondo. De nada sirve poner mucha corriente "donde se ve" y ninguna tras la decoración del acuario. Otro aspecto de la calidad es ofrecer a nuestros invertebrados unas bombas confiables que puedan orientarse adecuadamente y que permitan ofrecer un flujo variable y alternante. Unas buenas bombas de circulación además disminuyen al máximo la emisión de ruido, generación de calor y vibraciones para evitar el estrés en las especies.

Consejo: *"Evita en lo posible apoyar el volumen de rocas contra el vidrio trasero armando una estructura tipo "juego de Tetris". Este amontonamiento produciría muchos problemas a la hora de evitar zonas anaerobias y provocar corrientes eficientes. En lo posible, el agua debe poder circular libremente entre las rocas, tras ellas y delante de ellas para obtener un arrecife sano y libre de algas".*

Ubicación de las bombas:

Olas y movimiento en superficie: Las bombas que ubiquemos muy cerca de la superficie u orientadas hacia arriba servirán para favorecer el intercambio gaseoso del agua con el aire que rodea al acuario. Podemos crear una corriente lineal para provocar movimiento o bien simular un efecto de oleaje, configurando dos bombas en modo pulsante o alternante en ambos extremos del acuario. Debemos ser conservadores con la agitación de estas bombas de superficie, ya que al desestabilizar la superficie del agua podríamos provocar salpicaduras y desbordamientos. La corriente de superficie más común suele ser de tipo lineal.

Corriente lineal: Una corriente lineal se produce cuando el flujo de agua circula libremente alrededor del volumen de rocas. Visto desde arriba, este movimiento describiría un sentido "circular", ya que el sentido del agua no se vería interrumpido desde que la impulsa hasta que la aspira de nuevo. Este flujo no discurrirá entre las rocas, y la mejor ubicación para las bombas es en la zona media de la columna de agua en una de las esquinas del acuario. Obtendremos así un efecto similar al que ocurre cuando damos vueltas con una cuchara dentro de una taza de café.

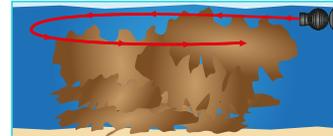


Corrientes cambiantes de las mareas: La mejor opción para generar este efecto es ubicar dos bombas del mismo modo que en la corriente lineal, pero esta vez las colocaremos en dos de ellas en esquinas diagonalmente opuestas. Al desactivar una bomba para conectar la otra en sentido contrario, se generará una turbulencia durante unos instantes hasta que recupere el nuevo sentido de flujo. Podemos regular una alternancia desde 30 minutos hasta una de 12 horas para emular las mareas reales.

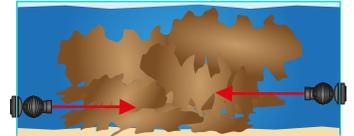
"Mar de fondo": Es uno de los efectos más visibles en un acuario de arrecife. Colocamos dos bombas en la parte más baja del acuario en esquinas opuestas y en modo alternante con ciclos de unos 10 a 30 segundos. Los ciclos dependerán del efecto buscado, de la capacidad de la bomba y del tamaño del acuario. Al cambiar el sentido de una bomba a otra todos los corales cambiarán su inclinación al unísono obteniendo un efecto muy realista de mar de fondo. Este efecto se hace más notable usando una pareja de bombas en cada extremo del acuario.

Turbulencias y vórtices: Para lograr este efecto obtendremos un mayor éxito usando las bombas más potentes ubicadas del mismo modo que las pondríamos para generar un "mar de fondo". Sin embargo, en este caso variaremos deliberadamente la orientación de estas para provocar la colisión del flujo de agua contra las rocas. De este modo provocaremos vórtices (remolinos) y una circulación caótica e impredecible al circular entre los espacios de las rocas. Las bombas en este caso podemos ajustarlas en modo "random", es decir, que la consola de control ajustará los ciclos de encendido y apagado de forma aleatoria.

Vista frontal:



Corriente lineal de superficie



Mar de fondo y turbulencias

Generadores de olas BOYU®

Hoy en día empresas innovadoras como BOYU son conscientes de la importancia de las corrientes en los arrecifes, y han desarrollado tecnologías que facilitan enormemente esta labor. Los modelos programables **WM-102**, **WM-2**, **WM-3** y **WM-4** nos permiten realizar las funciones de corriente mareal, "mar de fondo", turbulencias, vórtices, y hasta oleajes de la forma más sencilla gracias a sus consolas de control, mientras que podemos añadir bombas de flujo continuo de diferentes potencias para producir corrientes lineales con los modelos **WM-1**, **WM-101** o **WM-25**.

BOYU®



Estos potentes sistemas de bombas permiten alcanzar caudales controlados realmente grandes con un consumo eléctrico muy reducido. Además, estos dispositivos consiguen una baja emisión de calor gracias a su alta eficiencia energética y la tecnología de sus rotores junto con una estructura de soporte especial que filtra eficazmente el ruido y las vibraciones del motor. Estas bombas hacen posible la aplicación de técnicas avanzadas de circulación gracias a sus sencillas consolas de control y a las bajas necesidades de mantenimiento de sus rotores, que emplean tecnologías de impulsión de agua muy similares a las usadas los motores de las embarcaciones.



IDEAS
MARINAS