

ENERGÍA OCEÁNICA

La energía oceánica hace referencia a la energía renovable transportada por las olas, marea, corrientes, salinidad y diferencias de temperatura del océano.

El constante movimiento del agua de los océanos crea un recurso inagotable de energía, con un potencial capaz de proporcionar una cantidad sustancial de energía a gran parte de la población mundial. Chile se encuentra entre las 5 zonas con mayor potencial de oleaje en el mundo, el cual es más intenso en invierno, estación en la cual se produce la mayor demanda de energía.

Se estima que si al menos el 0,1% de la energía renovable disponible en los océanos pudiera convertirse en electricidad, se podría satisfacer en más de cinco veces la demanda mundial actual de energía.

La energía del océano surge como una alternativa eficaz debido a su costo estable de generación y al suministro confiable en escalas temporales largas, esto es, poca variabilidad interanual.

El objetivo en Chile, para el sector de la energía, es desplegar prototipos para probar el rendimiento energético del mar y llevar la tecnología al punto de ser comparable con el de otras tecnologías de energía renovable, como la eólica. Este paso permitirá obtener una mayor confianza en la energía marina como fuente de energía confiable.

El Marco Regulatorio para incorporar fuentes de energías renovables no convencionales en el mar chileno del año 2013, señala las normas de nuestro ordenamiento jurídico para desarrollar las condiciones adecuadas para la incorporación de estas fuentes energéticas en el país, especialmente la energía mareomotriz y undimotriz, que son las que actualmente poseen mayor desarrollo tecnológico aprobado en proyectos internacionales.

Por su parte, la información disponible señala que el mejor potencial energético para aprovechar estas tecnologías se encontrarían en la zona sur y austral del país, lo que sumado a la cobertura actual y proyectada para el mediano plazo de los sistemas eléctricos nacionales, situaría a la zona costera del Océano Pacífico, comprendida entre las regiones del Bío Bío y de los Lagos, como aquella con mejores condiciones para el emplazamiento de proyectos de generación de energía emplazados en el mar.

1.0 ENERGÍA PRODUCIDA POR LAS OLAS O UNDIMOTRIZ

Es la energía oceánica más estudiada, y por tanto la que posee mayor diversidad de mecanismos para su extracción. Hoy en día, la conversión de energía de las olas está siendo investigada en varios países de la Unión Europea, la actividad principal también se desarrolla en otros países, principalmente en Canadá, China, India, Japón, Rusia y Estados Unidos.

Esta energía se basa en el aprovechamiento energético generado por el movimiento de las olas. El oleaje es consecuencia del rozamiento del viento sobre la superficie del mar, el que a su vez es consecuencia de las diferencias de presión atmosférica provocadas por la radiación solar. El mar actúa como acumulador de energía, transportándola y almacenándola hasta la costa, donde es aprovechada por los distintos dispositivos existentes. La intensidad del oleaje, y por tanto la cantidad de la energía extraída, dependerá de la intensidad del viento, duración y longitud sobre la cual éste transmite energía a la ola.

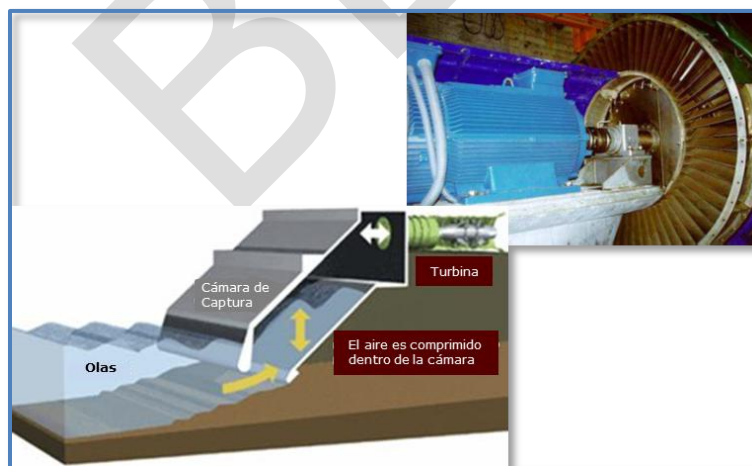
Existen diferentes dispositivos de conversión de energía, a continuación se entregan su clasificación y principales características.

Dispositivos de Conversión Primaria: la energía del oleaje se puede aprovechar para mover flotadores en sentido vertical y en rotación, en aguas poco profundas se aprovecha de manera horizontal mediante flotadores o estructuras fijas. Una estructura semi-sumergida puede aprovechar la energía del mar mediante medios mecánicos o neumáticos, asimismo se puede aprovechar la variación de la presión causada por el oleaje, por debajo de la superficie del agua. Resonadores flotantes como las boyas de navegación pueden combinar los efectos de resonancia en el tubo con el movimiento vertical del flotador, dando como resultado un rendimiento energético mucho más eficiente.

En dispositivos fijos, que tienen una abertura inferior en el tubo, orientada en la dirección de propagación de la ola, la energía se aprovecha utilizando la presión total generada por la ola, siendo aproximadamente el doble de la obtenida en el caso anterior ya que solo aprovecha la presión estática.

Dispositivos de Conversión Secundaria: turbinas neumáticas e hidráulicas, dispositivos de transmisión mecánica y de inducción magnética; a veces el sistema se diseña exclusivamente para la desalinización del agua.

1.1 Dispositivos Conversores de Energía Undimotriz Shoreline

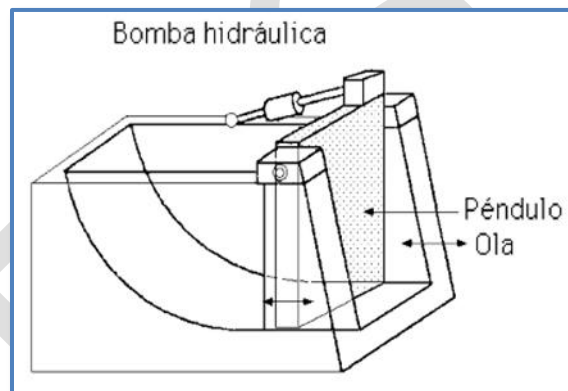


Land Installed Marine Pneumatic Energy Transformer (LIMPET – 500 kW), es una columna de agua oscilante (OWC) desarrollada por Queen's University de Belfast y Wavegen Ltd en el Reino Unido en la década de los 90. Consiste en una estructura construida en la línea de costa, compuesta por un colector de hormigón *in situ*, con la unidad de generación

instalada inmediatamente detrás de la pared del colector trasero. El sistema funciona de manera tal que el movimiento de las olas empuja una bolsa de aire hacia arriba y abajo detrás de un dique, a continuación el aire pasa a través de una turbina Well. Finalmente, cuando la onda se devuelve al mar, una depresión de aire circula a través de la turbina en sentido opuesto, sin embargo la turbina posee un diseño que continúa girando independiente del sentido del flujo del aire. Actualmente es la última versión de este prototipo de dispositivo. Potencia aproximada de 75 kW/m.

Mayor información: www.wavegen.com

Sistema de Péndulo, es un dispositivo apto para instalarse en un rompeolas y consta de una caja rectangular de concreto, que en uno de sus extremos se encuentra abierta al mar. Una aleta péndulo está articulada sobre esta abertura, de modo que la acción de las olas provoca un vaivén, estas oscilaciones se transmiten y absorben por un dispositivo oleohidráulico. La planta piloto se encuentra en Muroran (Japón 1984). Actualmente el modelo está fuera de desarrollo existiendo sólo de manera conceptual. Potencia máxima de 15 kW, con un promedio de 5 kW para olas de 1,5 m y periodo 4 s.



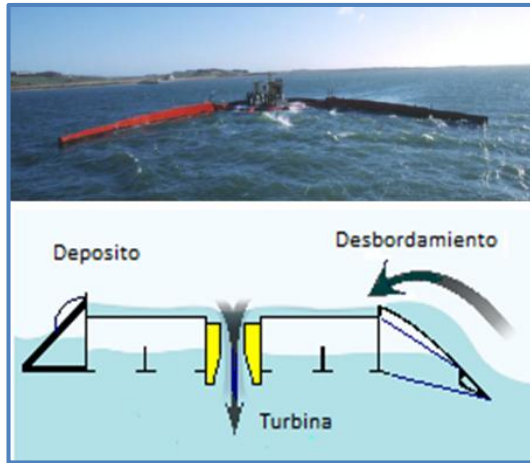
Mayor información:

www.engitek.com/ocean-waves-%20energy-pendulum-generators.html

Otros dispositivos:

- Seawave Slot-Cone Generator (SSG)

1.2 Dispositivos Conversores de Energía Undimotriz Nearshore



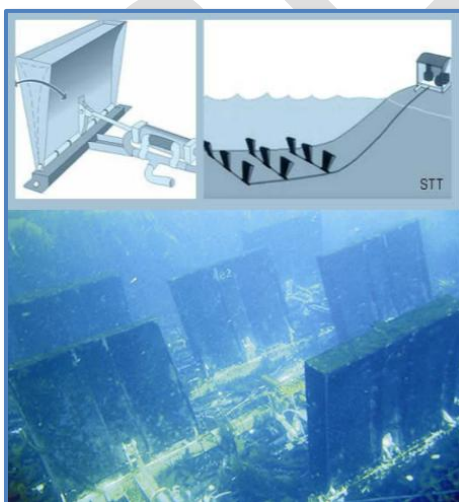
Wave Dragon, es un dispositivo de desbordamiento desarrollado por un grupo de empresas liderado por *Wave Dragon Aps*, en Dinamarca entre el período 2003 - 2005. Este sistema combina una doble rampa de desbordamiento curvada y dos brazos de reflector, los que utiliza para enfocar la energía en la cuenca en la rampa y llenar un depósito de nivel superior. La electricidad es producida por un conjunto de turbinas Kaplan. La potencia aproximada depende del modelo y varía entre 0,4 kW/m a 48 kW/m.

Mayor información: www.wavedragon.net

OCEANLINX (GreenWave, BlueWave, OgWave), esta empresa lleva más de 15 años en Australia renovando sus prototipos que funcionan bajo el mismo principio de OWC, utilizando la turbina Dennis-Auld. Esta turbina de paso de aire logra mayor eficiencia que la turbina Wells. Potencia aproximada de 500 kW. Los últimos diseños son el optimizado BlueWave y el GreenWave, este último estará listo a finales de 2013 y promete lograr 1MW de potencia.



Mayor información: www.energetech.com.au; www.oceanlinx.com

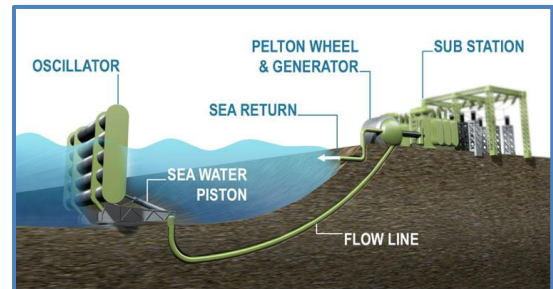


Wave Roller Plate (Sea Bottom), el año 2012 se desplegó en Finlandia y Portugal un módulo de energía de tres unidades de WaveRoller de 100 kW cada uno (300 kW en total). Este mecanismo está compuesto por un plato anclado al suelo, que funciona como dispositivo de conversión oscilante instalado en aguas de baja profundidad, donde el movimiento circular de las olas se transforma a un movimiento elíptico hasta que en el fondo del mar las partículas de agua se desplazan solamente hacia adelante y hacia atrás. Este movimiento mueve el plato, y la energía cinética producida se colecta en una bomba de pistón generando presión hidráulica, lo que se transforma en electricidad mediante un generador. La potencia

aproximada es baja y por esto se necesita un conjunto de módulos para lograr la energía requerida.

Mayor información: www.aw-energy.com

Oyster 800, es un proyecto en proceso, desarrollado por Aquamarine Power. Es el dispositivo sucesor del Oyster 1, con mayor capacidad de generación de energía. El convertidor consta de un dispositivo de aleta oscilante similar a WaveRoller, proporciona agua de mar a presión a la unidad de toma de fuerza. Su uso es para profundidades de alrededor de 12 m. La potencia máxima es 800 kW.

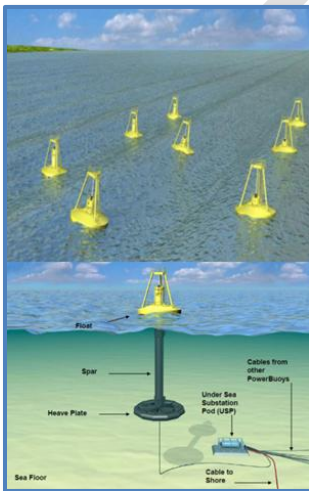


Mayor información: www.aquamarinepower.com

Otros dispositivos:

- Backward Bend Duct Bouy
- Wave Rider
- Osprey

1.3 Dispositivos Conversores de Energía Undimotriz Offshore



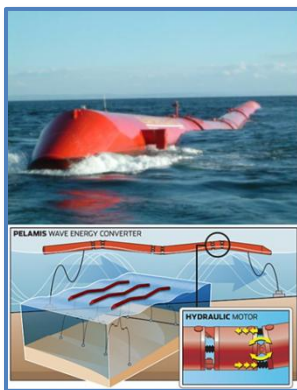
Power Buoy, es desarrollada por Ocean Power Technologies (OPT) de la base marina de Hawaii durante el año 2004. Consiste en una boya, de 17 m de largo y 3 m de diámetro, flotante anclada al fondo del mar, de manera que pueda moverse libremente en dirección vertical en respuesta a las olas. El sistema Power Buoy de generación de ondas utiliza una boya inteligente de alta mar para capturar y convertir la energía de las olas en una fuerza mecánica de rotación controlada, que impulsa un generador eléctrico. Está diseñada para instalarse en zonas de 40 a 60 m de profundidad y a una distancia de 8 km desde la costa. Es uno de los dispositivos de olas con más futuro debido a su gran potencia y pequeño tamaño. La potencia aproximada es 40 kW, pero tiene planes para un sistema de 500 kW con una boya de mayor tamaño.

Mayor información: www.oceanpowertechnologies.com

Aqua Buoy 2.0, en el año 2007 la empresa Finavera Ltd. desarrolló una boya flotante de 6 m de diámetro y 30 m de longitud, que se basa en la conversión de la componente vertical de la energía cinética de las olas (absorbedor puntual) del mar mediante presión, por medio de bombas de manguera. El sistema consiste en un tubo de aceleración hueco montado rígidamente en el marco del cuerpo de la boya, el tubo se encuentra abierto en ambos extremos para permitir la entrada y salida de agua de mar en cualquier dirección. Dentro del tubo se encuentra una manguera de caucho reforzada con acero cuyo volumen interno se reduce cuando se estira la manguera, de forma que actúe como una bomba. La bomba de manguera bombea agua a un nivel de alta presión a un acumulador, el que a su vez alimenta a una turbina que acciona el generador de electricidad. Potencia de 800 kW aproximadamente.



Mayor información: www.finavera.com

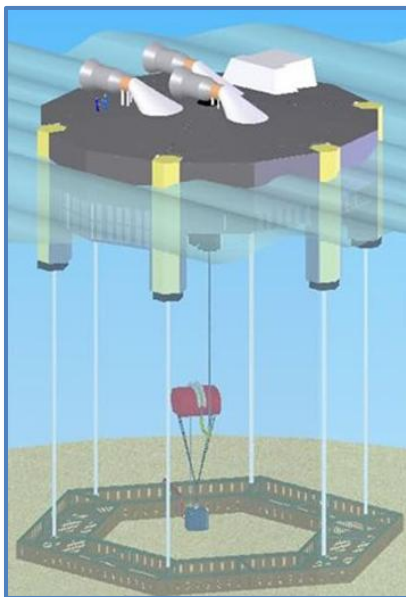
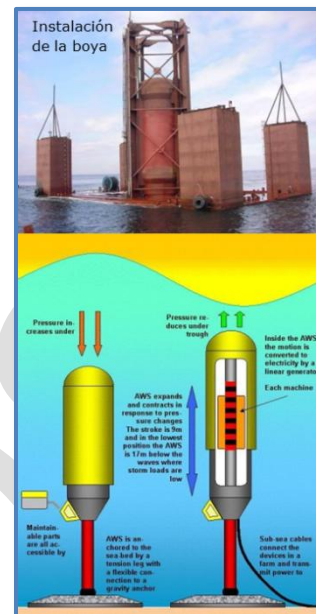


Pelamis, fue desarrollado por Ocean Power Delivery y puesto en marcha en el año 2004. Este dispositivo básicamente consiste de una estructura articulada semi-sumergida compuesta por 4 secciones cilíndricas unidas por bisagras. El dispositivo tiene, aproximadamente, 120 m de largo y 3,5 m de diámetro, el que va amarrado con holgura a profundidades de ~50 m, direccionado en el sentido del oleaje. A medida que las olas pasan inducen un movimiento que es resistido por cilindros hidráulicos incorporados en las articulaciones los que bombean aceite a alta presión para accionar un motor hidráulico a través de un sistema suavizado de energía (atenuador); estos motores a su vez manejan generadores que producen electricidad. Potencia de 750 kW aproximados.

Mayor información: www.oceanpd.com; www.pelamiswave.com

Archimedes Wave Swings AWS, desarrollado por AWS Ocean Energy. Consiste en una boya de forma cilíndrica amarrada al lecho marino. El mecanismo con el paso de las olas se mueve una carcasa superior llena de aire contra un cilindro inferior fijo, imprimiendo un movimiento vertical que se transforma en electricidad. Al acercarse la cresta de la ola se incrementa la presión del agua sobre el cilindro, y la parte superior (o flotador) comprime el gas que hay dentro del cilindro para equilibrar las presiones. Al pasar la ola y expandirse el cilindro ocurre exactamente lo contrario. El movimiento relativo entre el flotador y la parte inferior del silo se transforma en electricidad mediante un sistema hidráulico y un conjunto motor-generator. Potencia: Actualmente se desarrolla un proyecto para crear un sistema optimizado de 250 kW.

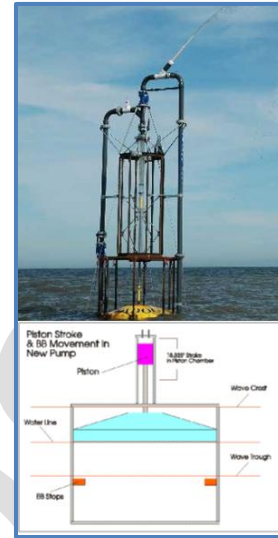
Mayor información:
www.waveswing.com; www.awsocan.com



Orecon, dispositivo en fase de desarrollo por EPRI (Electric Power Research Institute). Funciona bajo el concepto de columna oscilante (OWC) flotante que emplea una configuración de varias columnas simultáneas y una turbina de impulso de auto rectificación. Mediante la combinación de varias columnas dentro del componente del colector, el dispositivo puede ser sintonizado para resonar a múltiples en lugar de una única frecuencia para capturar la energía sobre una banda de frecuencias mucho más amplia. La generación de energía está dividida en tres etapas. Primero se convierte la presión del aire producida por la columna de agua en un movimiento rotatorio mediante una turbina. En la segunda etapa se convierte este movimiento en presión hidráulica, y finalmente en la tercera un generador cambia esta presión en electricidad. La eficiencia de la turbina se estima en 51%. Potencia aproximada de 1,5 MW.

Mayor información: www.orecon.com

Sea Dog, water pump absorbente (Independent Naturak Resources), es un dispositivo de tipo absorción puntual, que funciona como una bomba. En una cámara un bloque ascensional llenado con aire (marcado en azul en la figura de abajo) sube y baja siguiendo el movimiento de las olas. Este bloque está conectado con el mango de un pistón, que está moviendo al pistón dentro de un cilindro. Cuando el bloque está bajando en el valle de la ola, el pistón también se baja, lo que provoca que entre agua por una válvula de entrada, llenando así el cilindro. Cuando llega la cresta de la ola, el bloque y el pistón suben y el agua sale bajo presión por una válvula de salida. Así cada ola está bombeando agua del mar hacia un estanque en la costa, donde el agua puede recaer al mar pasando por turbinas hidráulicas convencionales, generando energía. Potencia de ~45 kW.



Mayor información: <http://inri.us/index.php>



WaveBob, es una boya del tipo absorción puntual, que posee de dos cuerpos con un cuerpo inferior de mayor inercia que no está sometido al oleaje. Aprovechando el movimiento lineal de las olas un dispositivo está generando 500 kW con un flujo constante, mediante un motor hidráulico que funciona con acumuladores de aceite bajo presión. Un sistema de control autónomo ayuda para obtener una buena predicción del output de energía. La generación de energía usa solamente elementos estándar y fluidos biodegradables para evitar impactos medioambientales. La potencia aproximada es 500 kW.

Mayor información: www.wavebob.com

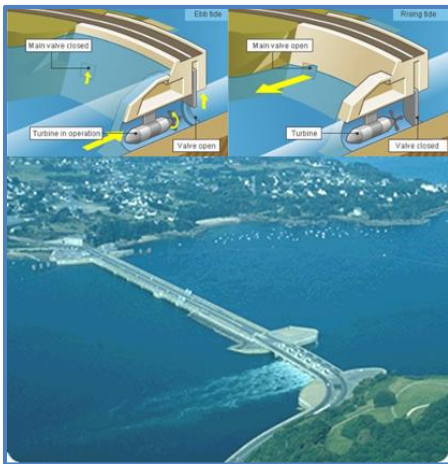
Otros dispositivos:

- Salter Duck
- McCabe Wave Pump
- Floating Wave Power Vessel
- Point Absorber Wave Energy Converter
- Wave Rotor (aparentemente nearshore)
- Bristol Cylinder
- Wave energy module
- WavePlane
- Wavemill
- Matriz Sumergida
- Oweco (Ocean Wave Energy company)
- Wave energy conversion activator (WECA)
- Danish Point Absorber
- Cylindrical Energy Transfer Oscillator (CETO)
- Wave star
- Mighty Whale (OWC)

2.0 ENERGÍA PRODUCIDA POR LA MAREA O MAREOMOTRIZ

Esta técnica de conversión de energía aprovecha el aumento natural y la caída del nivel de los océanos y de los mares causada principalmente por la interacción de los campos gravitacionales en el sistema Sol-Tierra-Luna. La marea está asociada a movimientos verticales ascendentes y descendentes (rango de marea), y movimientos horizontales del agua (corrientes de marea), por lo tanto, este recurso se distingue entre la energía de los rangos de marea (energía potencial de la diferencia de altura de marea) y la energía de la corriente de marea (energía cinética del agua en una corriente). Existen variados dispositivos que aprovechan las distintas energías de la marea.

2.1 Dispositivos Conversores de Energía Mareomotriz por Rango de Marea

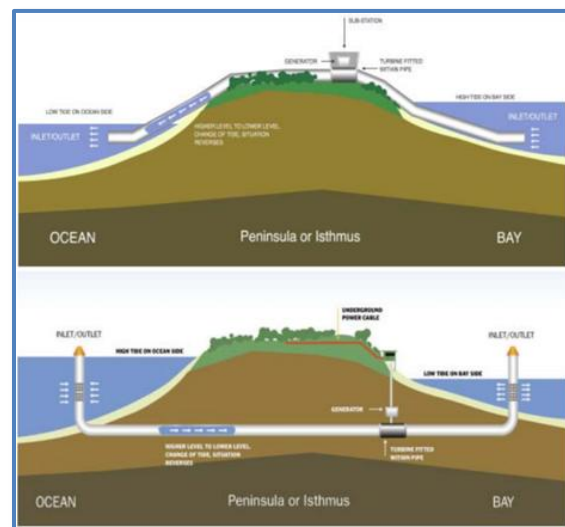


Central Mareomotriz, la planta comercial más antigua fue construida en el estuario de La Rance en Francia durante la década del 60 y hasta ahora se considera una operación exitosa, sigue siendo la única estación de energía mareomotriz de tamaño industrial en todo el mundo. Sus 240 MW de potencia son aproximadamente 1/5 de la energía del reactor nuclear. Otras más pequeñas se han construido en Rusia, Canadá, China. Potencia de 240 MW aproximados.

Mayor información:

www.wyretidalenergy.com/tidal-barrage/la-rance-barrage

Tidal Delay, debido a los problemas ambientales que producen una represa o embalse de marea, Wooshed Technologies en 2002-2004 diseño un sistema titulado Tidal Delay, el cual se basa en el retraso de marea del agua de mar en lugares tales como península o istmos. Estas características crean un retardo de tiempo o diferencia de fase de marea entre el movimiento del agua impulsada por las mareas en ambos lados de dichas formas de relieve costero, este proceso a veces puede tomar hasta horas. Este retraso crea



una diferencia de energía potencial. Conectando ambos puntos distantes por tuberías, cada uno incorporando una turbina y generador estándar, permite que la energía potencial sea almacenada en el sistema y aprovechada para producir electricidad. El problema que aún está en proceso es la interrupción de la producción de electricidad debido a sus ciclos de marea. La potencia dependerá de la diferencia de marea, longitud del conducto y el diámetro interno de la tubería.

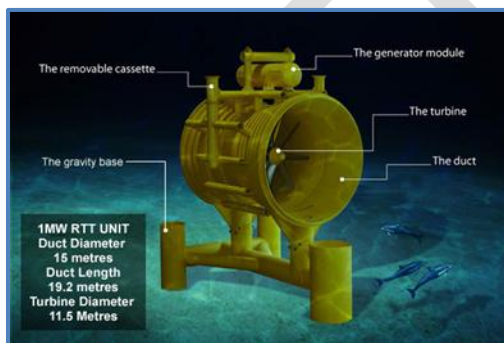
Mayor información: www.woodshedtechnologies.com.au

3.0 ENERGÍA PRODUCIDA POR LA CORRIENTE

Las grandes corrientes superficiales oceánicas del mundo son depósitos de energía sin explotar, Su flujo de energía total se ha estimado en 2,8 a 1.014watt-hr. Debido a su relación con los vientos y procesos de calentamiento superficial, las corrientes marinas son consideradas como fuentes indirectas de la energía solar. El concepto para la recolección de la energía cinética de las corrientes, es esencialmente el mismo que con las corrientes de marea. La mayoría de los dispositivos actuales se basan en el concepto de turbina de eje horizontal o vertical. Actualmente es una energía que se encuentra en una etapa temprana de desarrollo.

3.1 Dispositivos Conversores de Energía por Corriente y/o Corriente de Marea

3.1.1 Turbinas de eje horizontal



Lunar Energy (Rotech Tidal Turbine RTT), es una turbina totalmente sumergida de eje horizontal bidireccional ubicado en un conducto de Venturi simétrico. El conducto es utilizado para acelerar el flujo de las mareas a través de la turbina y por lo tanto aumentar la energía que puede ser capturada por la turbina. El dispositivo consiste en una turbina totalmente sumergida con un sistema de poder de conversión insertado en una ranura. Esto permite su fácil despliegue y mantención. Es

probable que la unidad comercial estándar inicial tenga una potencia aproximada de 1-2 MW, esto a partir del 2015.

Mayor información: www.lunarenergy.co.uk

Open Hydro TM, consiste básicamente en una turbina diseñada para implementarse directamente en el lecho marino. En 2007 OpenHydro inauguró su planta de montaje en Europa. El centro abarca 2.500 m² en el Puerto de Greenore, Irlanda. Granjas de turbinas proporcionan un suministro significativo e indetectable de energía limpia y renovable. El lugar de instalación deberá considerar la velocidad y el volumen de agua que pasa a través del sitio, la profundidad y geología del suelo marino. Potencia aproximada de 1.520 kW a 2,57 m/s.



Mayor información: www.openhydro.com



Verdant Kinetic Hydro Power System (KHPS), es un sistema hidroeléctrico que utiliza una turbina de eje horizontal de 3 aspas con un generador incorporado, que es desplegado bajo el agua. Puede ser implementado tanto en corrientes de marea o de río.

En diciembre de 2006 en Rio Este, Nueva York, se instaló el primer conjunto de dispositivos.

Potencia aproximada de 36 kW, con rotor de 5 m de diámetro.

Mayor información: www.verdantpower.com

Marine Current Turbines (Sea Gen), es uno de los dispositivos que lleva mayor tiempo de pruebas, (su modelo antiguo era el conocido SeaFlow de 300 kW) con una potencia de 1,2 MW en dos turbinas de 600 kW, instalado en Strangford Lough, norte de Irlanda, en abril de 2008. Consiste en dos trenes de potencia gemelos montados en una viga cruzada. Esta viga puede ser levantada por sobre el nivel del mar para su inspección y mantenimiento. El sistema de generación está conectado a la red eléctrica a través de una subestación en tierra, para lo cual se construyó un túnel HDD (Horizontal Direccional Drilled) de 450 m de longitud, 300 mm de diámetro y 20 m bajo el fondo marino para albergar un cable de



poder de 11 kW y evacuar la energía generada por las turbinas sumergidas. El dispositivo comienza a generar electricidad cuando el flujo de la corriente es mayor a 1m/s y la velocidad máxima de rotación es de 14 rpm, resultante de una velocidad de 12 m/s. Proyectos emplean el uso de granjas de energía, con lo que se pretende alcanzar máxima capacidad energética. El modelo y tamaño de las turbinas varía entre un proyecto y otro, y por tanto su potencial. Potencia aproximada de 1,2 MW.

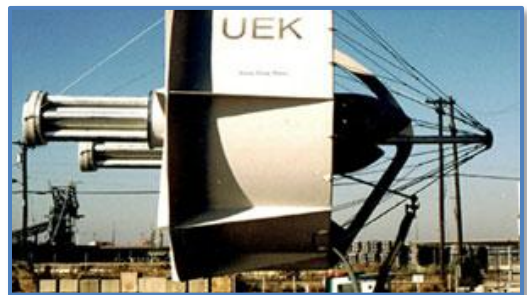
Mayor información: www.marineturbines.com/SeaGen-Products



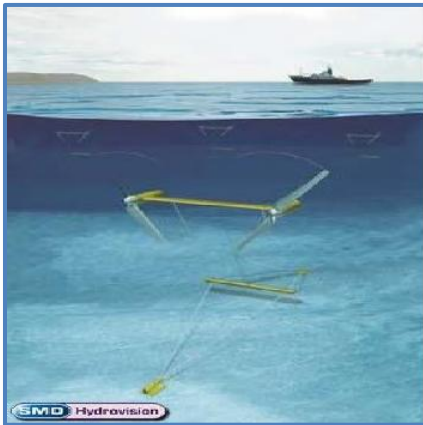
Gulf Stream turbines, esta turbina es un concepto único para una central eléctrica sumergible autosuficiente que opera con seguridad cerca de la superficie. Las turbulencias superficiales son neutralizadas por el par de turbinas y generadores que giran en direcciones opuestas que se encuentran bajos y a cada lado de un tanque de flotación en forma de torpedo que se extiende de proa a popa. Gracias al flotador y al peso de los generadores su centro de flotabilidad se encuentra por encima de su centro de gravedad lo que evita además que este se vuelque. Potencia aproximada entre 600 y 1.000 kW por rotor dependiendo de su diámetro.

Mayor información: www.gulfstreamturbine.com

Underwater Electric Kite (UEK) (h-axis, shrouded rotor), desde 1981 esta empresa ha ido desarrollando y evolucionando en sus distintas turbinas. El último prototipo fue creado en 2005, este consiste en una turbina de alta solidez de 4 m y un anillo aumentador de velocidad de 5,18 m, que permite una mejora substancial en la conversión de energía. Potencia aproximada de 400kW a 3,0 m/s



Mayor información: www.uekus.com



SMD Hydrovision, este sistema consiste en dos rotores de ejes horizontales que giran en sentido contrario, unidos por una viga transversal con turbinas de 500 kW cada uno. El sistema de amarre permite que las turbinas se alineen en el sentido del flujo de corriente sin requerir ninguna intervención externa. Cada aspa es de 8 m, y el rotor posee un diámetro de 18,5 m. Estas unidades de 1 MW están diseñadas para ser montadas en un entorno de corriente de marea alta, con una velocidad de 9 nudos o más, en una profundidad de agua de más de 30 m. La potencia aproximada es 1 MW a 2,3 m/s.

Mayor información: www.smd.co.uk, www.subsea.org

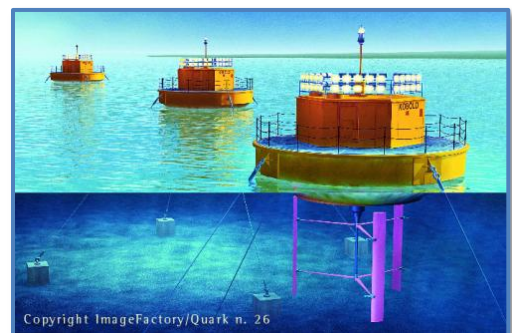
3.1.2 Turbinas de eje vertical



Gorlov Helical Turbine (GHT) (vertical-axis), esta turbina consiste en dos o tres hojas montadas a lo largo de un eje vertical para formar un rotor. El movimiento cinético de la corriente de agua crea un empuje en las hojas haciendo que el rotor gire impulsando un generador eléctrico. Esta turbina fue diseñada específicamente para aplicaciones hidroeléctricas principalmente en bajos cursos de agua. Gira a dos veces la velocidad del flujo de la corriente de agua. Potencia ~ 7 kW, la que depende de su uso, ya sea en ríos, corrientes oceánicas, descarga convencional de hidroeléctricas, etc.

Mayor información: www.gcktechnology.com/GCK/pg2.html

Ponte di Archimede (Enermar), la compañía italiana Ponte di Archimede propuso un proyecto de generación de energía, el que se basa en una innovadora turbina llamada KOBOLD. Consiste en una estructura flotante que posee, en su parte inferior, una turbina de eje vertical o rotor de 6,0 m de diámetro, con hojas de 5,0 m de altura. La potencia es calculada multiplicando el torque en el eje de la turbina por la velocidad angular. La planta piloto opera desde 2001 y hasta ahora se considera satisfactoria. La potencia de diseño es 80 kW.



Mayor información:

www.tidaltoday.com/tidal07/presentations/GuidoCalcagnoMoroso.pdf

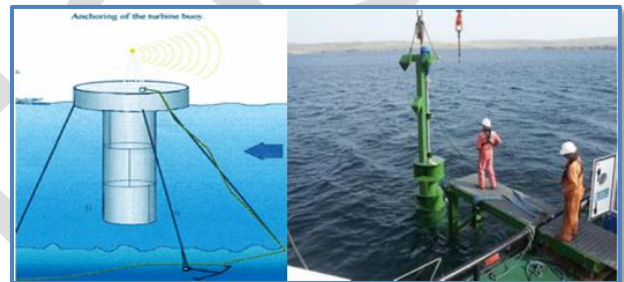


New Energy Corporation Inc., esta compañía ha desarrollado productos auxiliares para la generación de energía a nivel de consumo personal. Posee turbinas capaces de abastecer entre 2 y 8 hogares promedio. Y otras en las cuales se encuentra en desarrollo, capaces de llegar a los 250 kW, su funcionamiento es el mismo que para GHT. La potencia varía: entre 5 y 25

kW, encontrándose en desarrollo de 125 y 250 kW.

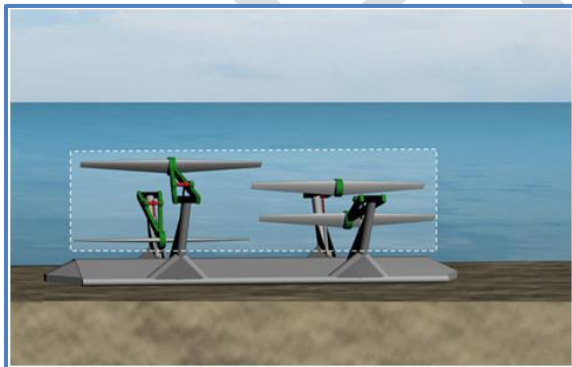
Mayor información: www.newenergycorp.ca

SeaPower Inc (vertical axis), EXIM Tidal Turbine Power Plant (TTPP) por SeaPower está basado en la turbina de Savonius, y originalmente diseñada para la conversión de energía cinética de las corrientes oceánicas en energía rotatoria. Este tipo de turbina de eje vertical es relativamente lento, pero genera un alto torque. Potencia de 60 kW aproximada.



Mayor información: www.seapower.se

3.1.3 Hidrodeslizadores oscilantes



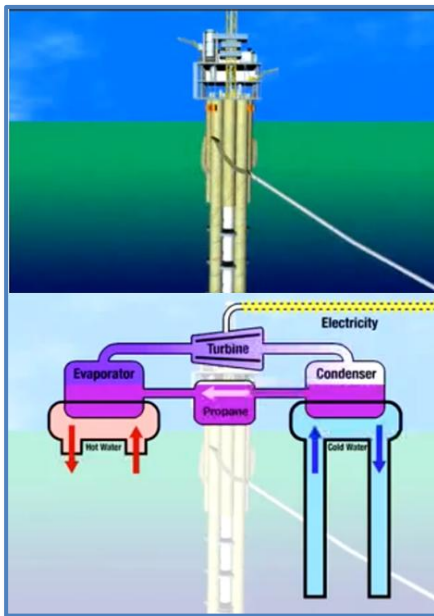
Pulse Stream 100, desarrollado por la empresa Pulse Tidal y probado en el Reino Unido. Este dispositivo funciona como el ala de un avión. Los sistemas de control cambian su ángulo en relación con la corriente de agua creando fuerzas de levantamiento y resistencia aerodinámica que crean oscilación del aparato. El movimiento típico de esta oscilación alimenta a un sistema de conversión de energía. Potencia aproximada es 100 kW.

Mayor información: www.pulsetidal.com

4.0 ENERGÍA PRODUCIDA POR GRADIENTE TÉRMICO O MAREOMOTÉRMICA

La energía Mareomotérmica, es también conocida como Ocean Thermal Energy Conversion (OTEC). Es energía del mar, basada en la diferencia de temperatura entre la superficie y el agua profunda del mar, esta diferencia es aprovechada para producir una constante fuente de electricidad. La tecnología es viable en zonas tropicales, donde encontramos un gradiente térmico mínimo de 20°C y un fondo cercano a las instalaciones terrestres. La cantidad de energía disponible en el gradiente de temperatura puede ser sustancialmente mayor que la energía requerida para bombear el agua fría a partir de las capas inferiores del océano. Para convertir este gradiente térmico en energía eléctrica, el agua caliente puede ser utilizada para calentar y vaporizar un líquido y, en algunos casos, se puede aprovechar como subproducto, agua destilada y salmuera para la obtención de agua potable y sal, respectivamente.

4.1 Dispositivo Conversor de Energía Mareomotérmica



OTEC, existen tres tipos de plantas OTEC: eléctricas de ciclo abierto y ciclo cerrado, y sistemas híbridos. Los sistemas de ciclo abierto explotan el hecho de que el agua hierve a temperaturas por debajo de su punto de ebullición cuando están más bajo a la presión normal. Este sistema puede convertir las aguas cálidas superficiales en vapor en un vacío parcial, y luego utilizar este vapor para mover una turbina conectada a un generador eléctrico. El agua fría, enviada por tubería desde muy por debajo de la superficie del océano, condensa el vapor, convirtiéndola en agua desalinizada para consumo o riego. El sistema de ciclo cerrado usa aguas superficiales calientes que pasan a través de un intercambiador de calor para hervir un fluido de trabajo, tales como amoníaco o un clorofluorocarbono, que tiene un punto de ebullición bajo. El agua fría del océano profundo se utiliza a continuación para condensar el fluido de trabajo y se devuelve al intercambiador de calor

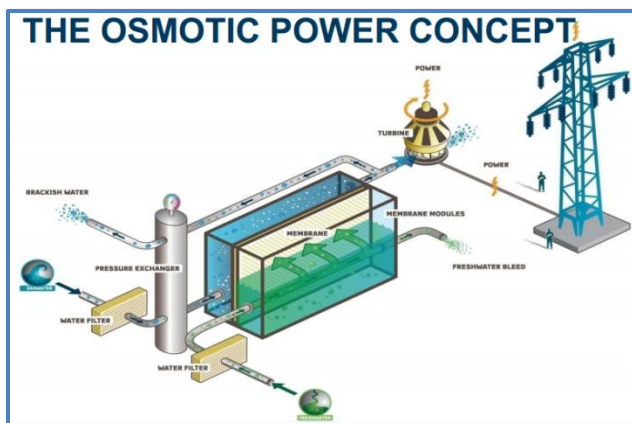
para repetir el ciclo. Finalmente, los sistemas híbridos utilizan ambos mecanismos. OTE PLC anticipa instalaciones de 5- 10 MW en las Bahamas. La potencia varía entre 500 kW y 10 MW.

Mayor información: www.otecnews.org ; www.oteplc.com

5.0 ENERGÍA PRODUCIDA POR GRADIENTE DE SALINIDAD: POTENCIA OSMÓTICA

La potencia osmótica, también conocida como energía azul, es la energía obtenida por la diferencia en la concentración de sales entre el agua de mar y el agua de río mediante los procesos de osmosis. La osmosis por presión retardada se basa en poner en contacto los dos fluidos a través de una membrana específica que permite pasar el agua, pero no sales, esto genera una diferencia de presión que es aprovechada por una turbina. Esta energía renovable presenta un gran potencial en regiones con ríos caudalosos.

5.1 Dispositivos Conversores de Energía de Potencia Osmótica

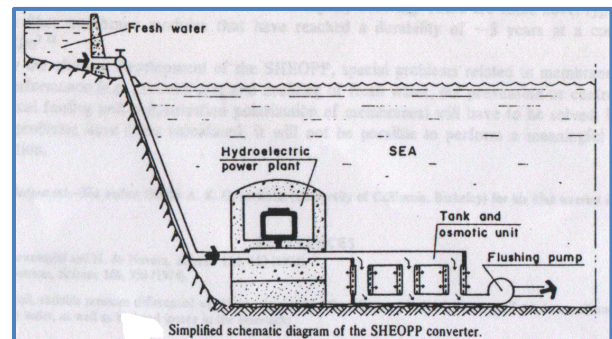


Presión osmótica retardada, la primera planta de energía osmótica del mundo, con una capacidad de 4 kW, fue inaugurada por Starkraft en noviembre de 2009 en Tofte, Noruega. Actualmente, se evalúa la ubicación de un nuevo centro piloto de 1-2 MW. En la planta de energía osmótica, el agua dulce y el agua salada son guiadas en cámaras separadas, divididas por una membrana artificial. Las moléculas de sal en el agua de mar atraen el agua dulce a través de una membrana, incrementando la

presión en el lado de agua de mar; la presión se utiliza en una turbina de generación de electricidad. Pretenden alcanzar una potencia de 2 MW en el nuevo centro piloto proyectado para el año 2018.

Mayor información: www.statkraft.com/energy-sources/osmotic-power/

Convertidor SHEOPP (Submarine Hydro Electric Osmosis Power Plant), es una planta de energía hidroeléctrica submarina anclada al fondo del mar. El agua dulce superficial, tomada de una boca de río o de un acueducto, es transportada a través de una tubería de carga hacia una turbina hidráulica. Luego de la generación de energía eléctrica, el agua dulce se descarga y se despresuriza en un tanque. Por último, el agua dulce difunde fuera en el mar por



osmosis a través de una barrera semipermeable. La viabilidad de esta planta a escala industrial es dudosa. Existe además otro diseño de planta llamada PRO (Pressure Retarded Osmosis) Underground, que utiliza el mismo mecanismo pero a diferencia de SHEOPP se encuentra bajo tierra. La potencia es relativamente baja.

Mayor información: www.exergy.se/goran/cng/alten/proj/97/o/index.htm

Electrodiálisis inversa

Es un segundo método que está siendo desarrollado y estudiado, el cual consiste en la creación de una batería de sal. Este método fue descrito por Weinstein & Leitz en 1950. Potencia aproximada en estudio. Actualmente se encuentra en fase conceptual.

Método Capacitivo

Un tercer método es Dorian Brogioli, que es relativamente nuevo y hasta ahora solo ha sido probado en escala de laboratorio. Con este método puede extraerse la energía de la mezcla de agua salina y agua dulce mediante un ciclo de carga de electrodos. Potencia aproximada en estudio. Actualmente se encuentra en fase conceptual.

6.0 REFERENCIAS

Bellini, V. S/Año. Pelamis Wave Power, Limitless Clean Energy on Your Doorstep & How to Harness It. 19 pp.

Electric Power Research Institute (EPRI). 2005. Ocean Tidal and Wave Energy: Renewable Energy Technical Assessment Guide. 154 pp.

Electric Power Research Institute (EPRI). 2006. North American Tidal in Stream Energy Conversion Feasibility Demonstration Project. Final Survey and Characterization. Tidal in Stream Energy Conversion (TISEC) Devices. 9 pp.

European Thematic Network on Wave Energy. 2002. Wave Energy Utilization in Europe. Current Status and Perspectives. Grecia, 32 pp.

Fernández Díez, P. S/Año. Energía de las Olas. Depto. de Ingeniería Eléctrica y Energética. Universidad de Cantabria, 53 pp.

Rodrigues, L. 2008. Wave power conversion systems for electrical energy production. Department of Electrical Engineering, Faculty of Science and Technology, Nova University of Lisbon. Portugal, 7 pp.

The Carbon Trust. 2005. Oscillating Water Column Wave Energy Converter. Evaluation Report. 196 pp.

World Energy Council. 2007. Survey of Energy Resources. London, United Kingdom, 76 pp.

WaveNet. 2003. Results from the work of the European Thematic Network on Wave Energy. 502 pp.

Philippi, Yrarrazaval, Pulido & Brunner Ltda. 2013. Análisis del Marco Regulatorio para Incorporar Fuentes de Energías Renovables no Convencionales en el Mar Chileno. 322 pp.