

Análisis Energía al 16 de Marzo de 2009

- **Energía marina: La fuerza mareomotriz**
 - **Central mareomotriz**
 - **Realidades y posibilidades de la energía mareomotriz**
- **La tecnología de la energía de las olas: La energía undimotriz**
- **Presente y futuro de la energía mareomotérmica**

Una alternativa energética que es mucho menos conocida, aunque ya se haya comprobado su eficiencia, es la llamada *Energía Mareomotriz*. Sin embargo, el alto costo principalmente del emplazamiento ha detenido la expansión de la misma en el mundo. Además, del aprovechamiento de las mareas se encuentra la explotación de la energía producida por las olas de mar y los sistemas capaces de aprovechar los gradientes térmicos oceánicos para producir energía eléctrica.

Energía marina: La fuerza mareomotriz

La llamada *Energía Mareomotriz* surge de aprovechar las mareas, es decir, la diferencia de altura media de los mares según la posición relativa de la Tierra y la Luna, y que resulta de la atracción gravitatoria de esta última y del Sol sobre las masas de agua de los mares.

La diferencia de altura media de los mares puede aprovecharse al colocar partes móviles al movimiento natural de ascenso o descenso de las aguas junto con mecanismos de canalización y depósito, para obtener movimiento en un eje. Después, con su acoplamiento a un alternador se puede utilizar el sistema para la generación de electricidad, transformando así la energía mareomotriz en energía eléctrica; una forma energética más útil, aprovechable, renovable y limpia, ya que en la transformación energética no se producen subproductos contaminantes gaseosos, líquidos o sólidos. Aunque son notorios los puntos a favor en el uso de esta alternativa energética, la relación entre la cantidad de energía que se puede obtener con el costo financiero y el costo ambiental de instalar los dispositivos para su proceso han impedido una proliferación de esta alternativa de energía.

Central mareomotriz

La energía de las mareas se transforma en electricidad en las denominadas centrales mareomotrices que funcionan como un embalse tradicional de río. El depósito se llena con la marea y el agua se retiene hasta la bajamar para ser liberada después, a través de una red de conductos estrechos que aumentan la presión hasta las turbinas que generan la electricidad. Sin embargo, su alto costo de mantenimiento frena su proliferación.

El lugar ideal para instalar un central mareomotriz es un estuario, una bahía o un río donde el agua de mar penetre. La construcción de una central mareomotriz es sólo posible en lugares con una diferencia de al menos 5 metros entre la marea alta y la baja. El agua, al pasar por el canal de carga hacia el mar, acciona la hélice de la turbina, y ésta al girar mueve un generador que produce electricidad.

Tabla 1	
Ventajas y Desventajas de la energía mareomotriz	
Ventajas	Desventajas
Auto renovable	Impacto visual y estructural sobre el paisaje costero
No contaminante	Localización puntual
Silenciosa	Dependiente de la amplitud de mareas
Bajo costo de materia prima	Traslado de energía muy costoso
No concentra población	Efecto negativo sobre la flora y la fauna
Disponible en cualquier clima y época del año	Limitada

Presente y futuro de la energía mareomotriz

- La Central del estuario del Rance: funciona desde 1967 con un dique de 600 metros, operando con mareas de hasta 13.5 metros. Tiene 24 turbinas bulbo de 10 MW cada una y 6 compuertas.
- Central de la bahía de Kislaya: situada en el Mar de Barents (Rusia), fue puesta en servicio en 1968. Su potencia es pequeña (2 grupos de 4 MW).

- Proyecto del estuario del Severn: cerca de Bristol (Gran Bretaña); existen mareas de más de 16 m de amplitud que se está pensando aprovechar desde 1977.
- Proyecto de la bahía de Fundy: en la costa oriental de Norteamérica, fronteriza entre Estados Unidos y Canadá, existen amplitudes de marea de hasta 20 metros. Los estudios preliminares, acabados en 1969 están actualmente paralizados.
- Proyecto de las islas Chausey: cerca de la central del Rance, requeriría 40 km de dique, instalándose 300 grupos bulbo de 40 MW. La elevadísima inversión y el largo período de construcción (de 10 a 20 años) tienen el proyecto detenido.
- Otros proyectos mareomotrices: en Rusia se pretende instalar 4 centrales; mientras que en otros países (Canadá, Australia, Corea, Argentina y República Popular China) tienen varios proyectos en perspectiva de diversa consideración.

Tecnología de la energía de las olas: La energía undimotriz

Los principales países que están desarrollando la energía de las olas son: Dinamarca, India, Irlanda, Japón, Noruega, Portugal, Reino Unido y Estados Unidos. Todos los esfuerzos se han realizado de forma descoordinada, desarrollándose diversas posibles tecnologías. La mayoría son descartados en fase de investigación, pero un número significativo han sido desplegados en el mar como pruebas.

Se han propuesto distintas formas de clasificar las plantas de energías de las olas, basados en el método de extracción de la energía, el tamaño de la planta, etc.

Plantas de energías de olas de litoral

Las plantas de litoral tienen la ventaja de que son relativamente fáciles de instalar y mantener, y no requieren amarras profundas ni cables largos bajo el agua. Los tres principales tipos de plantas de litoral son: las de **columna oscilante de agua, el canal convergente y Pendular.**

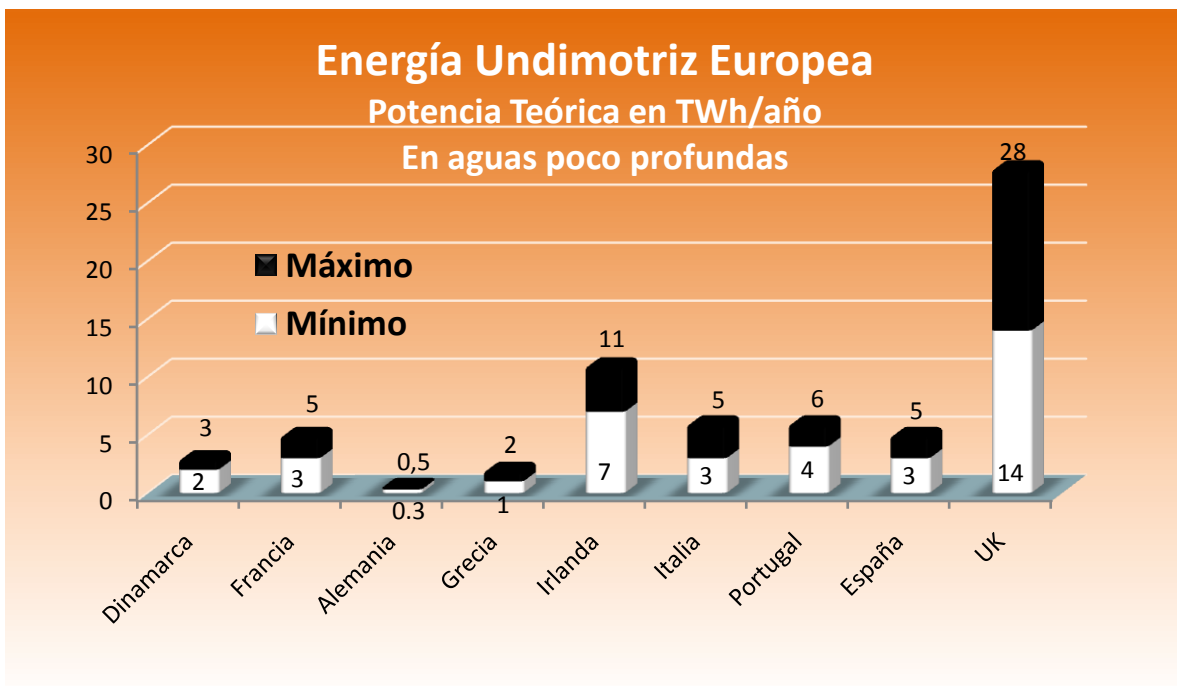
- a) El sistema de columna** oscilante de agua comprende una parte sumergida de hormigón o de acero, que tiene una abertura por debajo de la línea del mar. Como las olas inciden sobre el sistema, esto causa que la columna de agua suba y baje, lo que comprime y descomprime la columna de aire. Esta columna

de aire pasa a través de una turbina que mueve un generador eléctrico. Se han propuesto tanto turbinas convencionales (unidireccionales) y turbinas bidireccionales. Se han instalado diversas plantas de columna oscilante de agua en todo el mundo, y algunas de ellas siendo construidas como rompe olas.

b) El canal convergente: comprende un canal que se estrecha gradualmente con alturas de pared típicamente 3 a 5 metros sobre el nivel del mar. Las olas entran en el canal que, al estrecharse, amplifica la altura de la ola que hace que entre en un embalse que proporciona un flujo de agua estable a una turbina.

c) La planta *Pendular*: consiste en una caja rectangular abierta al mar por un lado. Una compuerta pendular que con la acción del agua se mueve hacia atrás y hacia adelante. Este movimiento es usado para mover una bomba hidráulica y un generador. Sólo se han desplegado pequeñas plantas.

Plantas de energía de las olas en zonas poco profundas. Estas plantas están situadas en aguas poco profundas (normalmente entre 10 y 25 metros de profundidad). Otra vez, el sistema de columnas oscilante de agua es el principal tipo de planta que se utiliza; varias de estas plantas han sido diseñadas y desplegadas en el mundo.



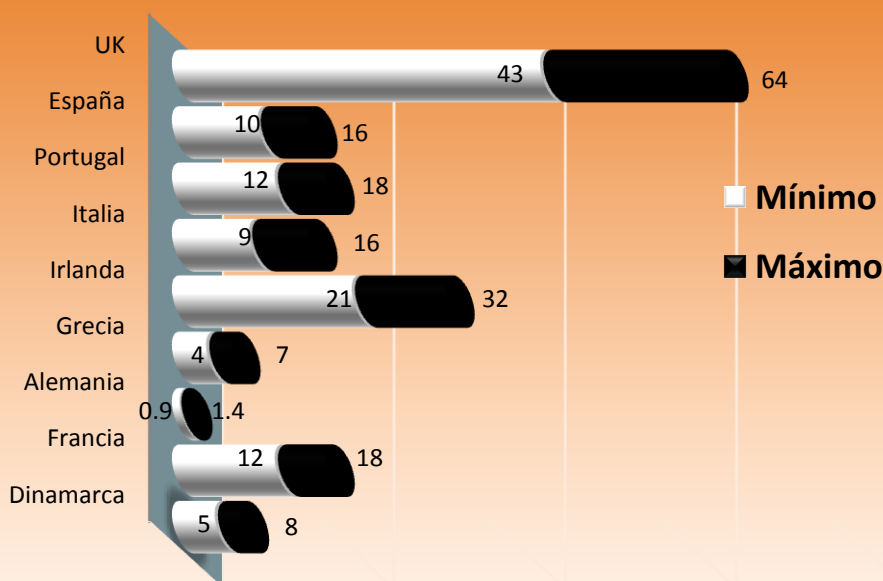
Se considera que el potencial de la energía generada por la fuerza de las olas de mar puede llegar a alcanzar en países europeos un mínimo de 37.3 TWh/año y un máximo de 65.5 TWh/año en zonas de baja profundidad, siendo el Reino Unido la principal participante, ya que su aportación máxima estaría en 28 TWh/año.

Plantas de energía de las olas en zonas profundas

Estas plantas están situadas en aguas profundas, con profundidades de más de 40 metros. Varios diseños distintos se han desplegado en el mundo, y muchos más que están aún en fase de diseño. Algunos de las plantas más representativas que han sido desplegadas son las siguientes:

- **La manguera-bomba Sueca:** ha estado bajo desarrollo hasta 1980. Consiste en una manguera especialmente reforzada, conectada a una bolla que sube y baja con las olas. Estas subidas y bajadas de la bolla estiran y relajan la manguera presionando el agua del mar, la cual es expulsada a través de un válvula sin retorno hasta una turbina central y la unidad de generación.
- **La bomba de olas McCabe:** consiste en tres puertas de acero las cuales se mueven en relación a las otras en las olas. Este sistema fue desarrollado para proveer agua potable (por ósmosis inversa), pero también puede ser utilizado para generar electricidad (vía motor hidráulico y un generador).
- **El barco de energía mareomotriz flotante [SW2]:** es una plataforma de acero que contiene una rampa inclinada, que recoge las olas entrantes en una balsa interna. El agua fluye desde la balsa a las turbinas.
- **El sistema Danés de energía de olas por bomba flotante:** utiliza una bolla anclada al fondo del mar que la une con una bomba montada sobre un pistón. El subir y bajar de las olas causa que la bomba funciones y el agua pase por la turbina y el generador montado sobre la bomba. El paso del agua sobre la turbina se mantiene como unidireccional debido a la incorporación de una válvula anti retorno.

Energía Undimotriz Europea Potencia Teórica en TWh/año En aguas profundas



Fuente: Elaboración propia zafranet.com con datos de Renewable Energy

Sólo en Europa, la energía potencial de la energía de las olas se estima entre 120-190 TWh/año para plantas de energía de las olas en zonas profundas. Los recursos globales de la energía de las olas es excedente en 2 TW, con un potencial para generar más de 2000 TWh anualmente. Sin embargo, una limitante es que se considera que el costo de la instalación es 2.5 veces el de las centrales hidroeléctricas de ríos.

Mercado de la energía de las olas

La tecnología para la energía de las olas se ha desarrollado hasta la construcción de plantas de prueba, lo que representa un pequeño mercado.

Es improbable que la energía de las olas (como muchas otras renovables) sea económicamente competitiva frente a las instalaciones convencionales en un futuro cercano, excepto para comunidades aisladas no conectadas a la red. Esto podría cambiar en un futuro próximo:

- El desarrollo tecnológico ha reducido los costes predichos para la energía de las olas durante los últimos dos decenios.

- La energía de las olas podría proveer a comunidades costeras en países sin una red de electricidad nacional, así se evitarían los costes de las líneas de transmisión.
- La energía de las olas podría proveer de agua potable comunidades costeras áridas.

Una estimación conservadora estima que el mercado futuro de la energía de las olas (en 2010) será de aproximadamente unos 5.5TWh/año. El mercado futuro total es superior a los 2000TWh.

Competitividad de los europeos sobre la energía de las olas

Europa sigue manteniendo el liderazgo mundial sobre la tecnología que envuelve la energía de las olas. Con muchos países Europeos investigando en I+D o en proyectos de prueba, la UE debería estar bien colocada para competir cuando el mercado comercial para esta tecnología evolucione. Varias sistemas comerciales están actualmente siendo construidos y planificados para exportarlos. Sin embargo, se han realizado importantes avances en países no Europeos (India, Japón, USA).

Barreras del mercado para la explotación de la energía de las olas

Hay algunas barreras que no son de carácter técnico que dificultan el buen desarrollo de la energía de las olas. Entre éstas: tiempos de desarrollo demasiado largos y altos costes de desarrollo como también los riesgos percibidos y altos costes históricos. Es esencial que los sistemas actuales en pruebas sean buenos para sobrepasar estas barreras.

Impacto y beneficios de las plantas de energía de las olas sobre el entorno

Como en muchas otras energías renovables, las plantas de energía de las olas no tienen emisiones durante el proceso de generación, pero la energía asociada con la construcción de la planta sin que hay pequeñas emisiones asociadas.

Las plantas de energía de las olas podrían tener algunos impactos medioambientales en las siguientes áreas:

- Entorno hidrodinámico: las plantas podrían actuar como protección de la costa y cambiar los patrones de los sedimentos, lo que requeriría seleccionar el lugar cuidadosamente

- Las plantas como hábitats artificiales: las plantas podrían atraer y promover poblaciones de distintas criaturas marinas
- Ruido: este vendría principalmente de las turbinas aunque estos podrían ser insonorizados.
- Riesgos para la navegación: en la mayoría de los dispositivos se pueden instalar señales visuales y de radar.
- Efectos visuales: esto sólo se da en las plantas de litoral y las de aguas poco profundas
- Espacio de ocio; estas plantas formarían espacios aguas tranquilas así se podrían realizar deportes de agua (canoas, etc.).
- Conversión y transmisión de la energía: puede que haya impactos visuales y medioambientales asociados con las líneas requeridas para la transmisión de la electricidad desde la costa hasta la red.

Eligiendo el lugar cuidadosamente, muchos de estos impactos podrían ser pequeños y fácilmente reversibles.

Presente y futuro de la energía maremotérmica

Los programas de desarrollo de las centrales maremotérmicas se llevan a cabo en todo el mundo. En Japón, funciona ya una central de 1 MW y se proyecta otra de 100 MW. Tanto Francia como Italia y Alemania, están inmersos en este tipo de investigaciones esperando conseguir resultados positivos en los próximos años.

Actualmente, la conversión maremotérmica en ciclo cerrado es técnicamente factible por debajo de los 25 MW; mientras que el ciclo abierto es posible comercialmente en el rango de los 10 MW, con lo cual existe un amplio campo de posibilidades entre las distintas técnicas. Sin embargo, se hace necesaria una cuidadosa planificación del programa de desarrollo para conseguir aplicaciones comerciales a media y gran escala, habiéndose concluido que los desarrollos futuros han de ser de ámbito internacional, fomentando la transferencia mutua de tecnología entre los países implicados.

Centrales maremotérmicas

Una central maremotérmica es un sistema capaz de aprovechar los gradientes térmicos oceánicos para producir energía eléctrica. Se trata de una máquina térmica en la que el agua superficial actúa como fuente de calor, mientras que el agua extraída de las profundidades actúa como refrigerante. Obsérvese que no existe ninguna

diferencia cualitativa entre una central maremotérmica y una central térmica convencional. Sin embargo, aquélla opera con energía de baja calidad, al funcionar con un gradiente térmico no superior a los 18 °C, frente a los cientos de grados de diferencia a que operan las centrales térmicas.

La transformación de la energía térmica en eléctrica se lleva a cabo mediante el llamado "ciclo de Rankine", en el que un líquido se evapora para luego pasar por una turbina. Este ciclo puede ser abierto o cerrado. En el ciclo abierto, el fluido de operación es la misma agua cálida de la superficie del mar, mientras que en el ciclo cerrado se utiliza un fluido de trabajo de bajo punto de ebullición (como el amoníaco o el propano). Los dos ciclos son igualmente utilizados ya que ambos presentan tanto ventajas como algunos inconvenientes.

Así, los componentes principales de una planta maremotérmica serían los siguientes:

- Evaporador
- Turbina
- Condensador
- Tuberías y bombas
- Estructura fija o flotante
- Sistema de anclaje
- Cable submarino (si la central es flotante)

Estos elementos se utilizan ampliamente en la industria actual, pero las características específicas que deben cumplir para su uso en estas plantas obligan a poner a punto toda una tecnología cuyo estado de desarrollo actual es diferente para los distintos componentes del sistema.

Finalmente, las plantas maremotérmicas, además de producir energía eléctrica, podrían integrarse en otras actividades tales como:

- Producción de agua potable en los sistemas de ciclo abierto
- Generación de hidrógeno aplicando la energía eléctrica producida, para facilitar el transporte a tierra de la energía
- Acuicultura utilizando el agua de las profundidades, más rica en nutrientes, para desarrollar diferentes especies marinas.

Todos estos usos, así como cualquier utilización de la energía eléctrica generada por el sistema en procesos químicos, pueden integrarse de forma realista en plantas de aprovechamiento del gradiente térmico oceánico.

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN DE ESTE DOCUMENTO