



LAS ENERGÍAS DEL MAR

La idea de utilizar la fuerza del mar para producir energía no es nueva. Basta viajar por el litoral cantábrico para ver ancestrales molinos de mareas, muchos de ellos reconvertidos hoy en museos. Hasta la fecha, la utilización rentable de este tipo de energía es muy baja y se reduce a varias plantas piloto, aunque cabe esperar un importante desarrollo en los próximos años.

Los primeros intentos de extraer energía del mar se remontan a fechas similares a otras energías renovables. Sin embargo, las energías marinas se encuentran actualmente en una fase de divergencia tecnológica, pues existen muchos conceptos en desarrollo en los que ninguno ha llegado a demostrar todavía su liderazgo comercial. A continuación se hace un repaso de las cinco fuentes renovables que la Agencia Internacional de la Energía considera dentro del ámbito de las energías marinas.

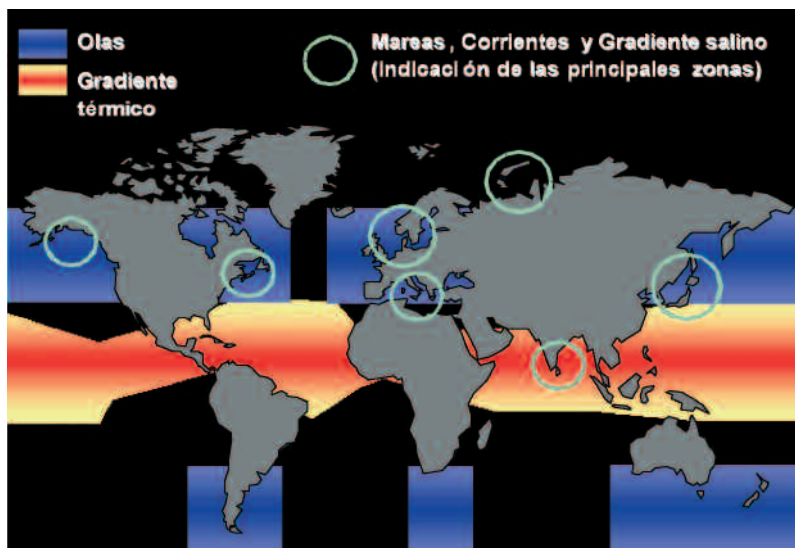
Energía de las mareas

Consiste en aprovechar el ascenso y descenso del agua del mar producido por la acción gravitatoria del Sol y la Luna. Para que sea viable es necesario un salto de marea superior a cinco metros, situación que se da en unos pocos lugares en el mundo.

Para producir electricidad, se realiza un dique con el fin de crear un depósito que se llena durante la pleamar y se vacía cuando la marea está bajando, momento en el cual

el agua retenida pasa por una turbina. La tecnología utilizada tiene un alto grado de madurez debido a su similitud con las centrales hidráulicas. Sin embargo, presenta importantes afecciones medioambientales ya que las ubicaciones óptimas se encuentran normalmente en estuarios con una gran variedad biológica. La mayor instalación de este tipo es la central de La Rance en Francia que comenzó a funcionar en 1967 y genera anualmente 4.400 GWh con una potencia instalada de 240 MW.

Las energías marinas van a contribuir de forma apreciable a la generación de electricidad a partir de fuentes renovables en el horizonte de 2020



→ Distribución de las energías marinas según su tipología.

→ Ejemplos de turbinas para aprovechamiento de las corrientes: SeaGen de la compañía Marine Current Turbines (Reino Unido).



Este tipo de aprovechamiento energético no es viable en España ya que el recorrido de mareas no es suficiente, salvo en lugares muy concretos como puertos comerciales y rías con gran impacto medioambiental.

Corrientes marinas

Las corrientes marinas pueden tener orígenes diferentes: viento, mareas, diferencias de densidad, salinidad o temperatura y la rotación de la Tierra. Independientemente del origen de las corrientes, la tecnología actual es más o menos común y podríamos decir que es similar a las turbinas eólicas. Las dimensiones de las palas y su robustez son muy diferentes a las utilizadas en eólica ya que la densidad del agua marina es unas 1.000 veces superior a la del aire.

Para extraer energía de las corrientes de forma rentable son necesarias velocidades entre uno y tres metros por segundo. En Europa las ubicaciones con mayor potencial se concentran en Reino Unido, con importan-

tes corrientes originadas por las mareas. Por el contrario, en la costa española existen muy pocas ubicaciones con estas características y, las que hay, tienen limitaciones por tráfico marítimo y otros usos, como en rías o el estrecho de Gibraltar.

Gradiente térmico

El grado de penetración de los rayos solares en el mar produce diferencias de temperatura entre la superficie y el fondo que son aprovechables energéticamente mediante máquinas térmicas. Para que estos sistemas sean rentables, la diferencia de temperatura debe ser superior a 20 °C, situación que se da en zonas tropicales con profundidades de unos 1.000 metros. El gradiente térmico presenta las ventajas de ser una fuente constante y con tecnología basada en la industria petrolífera. Por el contrario, los costes resultan aún muy elevados asociados al hecho de que el recurso se encuentra en zonas alejadas de los puntos de consumo. Se han realizado instalaciones de carácter experimental en Hawái,

India y Japón destacando la plataforma flotante instalada en India en 2001 con una potencia de 1 MW.

Gradiente salino

La diferencia de salinidad entre el agua del mar y de los ríos es también una posible fuente de energía. En este sentido, se está trabajando en dos tecnologías diferentes para el aprovechamiento del gradiente salino:

Por un lado, el retardo de la presión osmótica (PRO - Pressure-Retarded Osmosis), que consiste en bombear agua marina a un depósito, donde la presión es inferior a la presión osmótica entre el agua dulce y la salada. El agua dulce fluye a través de una membrana semipermeable incrementando el volumen de agua en el depósito que puede generar electricidad mediante una turbina hidráulica. La compañía noruega Statkraft ha anunciado en 2008 la construcción de la primera planta piloto en el mundo de generación eléctrica con esta tecnología, con una potencia entre 2 y 4 kW. ⇒

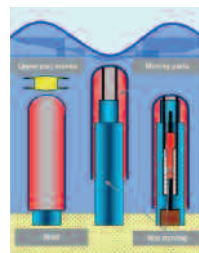
El gradiente salino tiene un gran potencial como fuente renovable debido a su alta densidad energética y a su carácter no intermitente



→ Central de aprovechamiento térmico Tamil Nadu, India.



→ Vista de la futura instalación de energía por gradiente salino de la empresa Noruega Statkraft.



→ Archimedes Wave Swing



La electrodiálisis inversa (RED - Reverse electrodialysis), por su lado, consiste en el fenómeno inverso a la desalación de agua: mediante membranas selectivas a los iones se crea electricidad en forma de corriente continua.

Es importante reconocer el potencial del gradiente salino como fuente renovable debido a su alta densidad energética y a su carácter no intermitente. Sin embargo, la tecnología está todavía poco desarrollada y su coste sigue siendo muy elevado. Por otra parte, las desembocaduras de ríos pueden presentar limitaciones por conflictos con otros usos.

Energías de las olas

Aunque todas las energías marinas están en desarrollo, cabe destacar la energía del oleaje o undimotriz, con un importante número de proyectos en marcha. A lo largo de la historia se han propuesto diversos conceptos para el aprovechamiento de la energía del oleaje. Sin embargo, no se ha producido aún una etapa convergente hacia una tecnología común y en la actualidad coexisten diferentes sistemas de captación. A continuación se repasan algunos de ellos atendiendo a tres criterios de clasificación:

Clasificación según ubicación. Se trata del criterio adoptado en el proyecto europeo WaveNet que clasifica los dispositivos principalmente en función de su distancia a costa.

Clasificación según principio de captación, que se puede dividir a su vez en tres: diferencias de presión, cuerpos flotantes, y sistemas de rebosamiento y/o impacto.

Cuando el sistema de captación se lleva a cabo por diferencias de presión se aprovecha la que se crea por el oleaje en un fluido, normalmente aire, distinguiéndose dos fenómenos:

-**Columna de agua oscilante (OWC - Oscillating Water Column).** Mediante una cámara semisumergida abierta por la parte inferior, el movimiento alternativo de las olas hace subir y bajar el nivel de agua en la misma, desplazando el volumen de aire interno. Este flujo de aire acciona una turbina que con un diseño especial gira siempre en el mismo sentido a pesar del flujo de aire bidireccional.

-**Efecto Arquímedes.** Aprovecha la fluctuación de la presión estática originada por la oscilación del nivel del agua al paso de la ola. Se utiliza una cámara de aire cerrada que puede variar su volumen en función de la presión a la que es sometida. La parte inferior se fija al fondo, mientras que la superior puede desplazarse verticalmente. Un ejemplo de esta tecnología es el dispositivo Archimedes Wave Swing desarrollado por la compañía holandesa Teamwork Technology y licenciado para su explotación a la empresa escocesa AWS Ocean Energy.

Si el sistema de captación se basa en cuerpos flotantes movidos por las olas, el movimiento oscilatorio aprovechable puede ser vertical, horizontal, de cabeceo o una combinación de ellos. Por otra parte, este movimiento inducido puede ser bien un movimiento absoluto entre el cuerpo flotante y una referencia fija externa o bien relativo entre dos o más cuerpos. De todos los dispositivos existentes, el que está en una fase más avanzada de desarrollo es Pelamis de la compañía escocesa Pelamis Wave Power.

En el caso de sistemas de rebosamiento y/o impacto hablamos de dispositivos en los que las olas inciden en una estructura lo que consigue aumentar su energía potencial, cinética o ambas. Los sistemas de rebosamiento fuerzan a que el agua pase por encima de la estructura mientras que en los de impacto las olas inciden en una estructura articulada o flexible. Los sistemas de impacto pueden situarse en la costa o en mar abierto. Un sistema representativo de rebosamiento es Wave Dragon desarrollado en Dinamarca por la empresa del mismo nombre. Los sistemas de impacto suelen situarse cerca de la costa como el dispositivo Oyster desarrollado por la compañía escocesa Aquamarine Power.

Clasificación según tamaño y orientación, que puede ser por absorbe-

El apoyo de los Gobiernos será decisivo para el desarrollo de este tipo de energías, tanto en lo que se refiere a la I+D como al establecimiento de marcos legales que favorezcan la inversión



→ Vista del primer parque pre-comercial de energía de las olas. Portugal.



→ Prototipo a escala un cuarto que está desarrollando la empresa OCEANTEC.

dores puntuales, terminadores o totalizadores, o por atenuadores.

Cuando nos referimos a absorbedores puntuales, se trata de estructuras pequeñas en comparación con la longitud de la ola incidente y formas cilíndricas, esto es, con simetría axial, por lo que no les afecta la dirección del oleaje. Generalmente se colocan varios absorbedores puntuales agrupados formando una línea. Los absorbedores puntuales suelen basarse en sistemas tipo boya, como AquaBUOY de la compañía Finavera Renewables o Power-Buoy de la empresa estadounidense Ocean Power Technologies.

Al hablar de terminadores o totalizadores hacemos referencia a los dispositivos alargados situados perpendicularmente a la dirección del avance de la ola y que pretenden captar la energía de una sola vez. Un dispositivo ideal de este tipo no reflejaría ninguna energía, aprovechando el 100% de la misma.

Los atenuadores, por su parte, también denominados absorbedores lineales, consisten en estructuras alargadas, colocadas en paralelo a la dirección de avance de las olas, de forma que van extrayendo energía de modo progresivo y direccional. Un dispositivo de tipo atenuador representativo es Pelamis.

Avances recientes y perspectivas futuras

Todas las formas de extraer energía del mar están en desarrollo a

nivel mundial con diferentes proyectos de demostración pero sin haber llegado aún a una fase comercial. En Europa destacan los proyectos de olas y corrientes. En septiembre del 2008 entró en funcionamiento en Portugal la primera instalación pre-comercial en el mundo de energía de las olas con una potencia total de 2,25 MW, que cuenta con 3 dispositivos Pelamis de 750kW cada uno. En España, también en septiembre del 2008, un consorcio liderado por Iberdrola instaló la primera boya Powerbuoy en Santoña, Cantabria. El Ente Vasco de la Energía (EVE), ha anunciado para la primavera de 2009 la entrada en funcionamiento de la que sería la primera instalación conectada a la red eléctrica de energía de las olas en España. La planta de unos 300 kW de potencia se está instalando en el nuevo dique de Mutriku utilizando tecnología OWC de la empresa escocesa Wavegen. El Gobierno Vasco, a través del EVE, tiene previsto poner en marcha una instalación para el ensayo y demostración de captadores de energía de las olas con una potencia total de 20 MW. Está previsto que esta instalación, denominada bimep (Biscay Marine Energy Platform), entre en funcionamiento en 2010. La empresa Oceantec Energías Marinas, S.L., participada por Iberdrola y Tecnalia, está desarrollando un captador de energía de las olas de tipo atenuador con tecnología totalmente española. En septiembre del 2008 se instaló en aguas del País Vasco

un primer prototipo a escala para validar la tecnología Oceantec.

También se han producido hitos relevantes en 2008 en lo que se refiere a corrientes marinas. La empresa británica Marine Current Turbines anunció en septiembre que ha probado con éxito un prototipo conectado a la red eléctrica de la turbina SeaGen de 1,2 MW. Por su parte la irlandesa OpenHydro también ha conectado a la red eléctrica un prototipo de menor potencia de su turbina para corrientes. Precisamente la tecnología de OpenHydro ha sido la elegida por la compañía eléctrica francesa EDF para poner en marcha lo que sería el primer parque comercial de turbinas sumergidas con una potencia de entre 2 y 4 MW.

Todos estos avances tecnológicos permiten vaticinar que las energías marinas van a contribuir de forma apreciable a la generación de electricidad a partir de fuentes renovables de cara a los objetivos Europeos en 2020. Para ello será clave el apoyo de los Gobiernos tanto en lo que se refiere a la investigación y desarrollo como al establecimiento de marcos legales que favorezcan la creación de un mercado que atraiga la inversión como ha ocurrido con otras fuentes renovables. ■

José Luis Villate, físico, es responsable de Energías Marinas en la corporación tecnológica Tecnalia en Zamudio (Vizcaya).