

Energía océano-térmal

alternativa real para Puerto Rico

JOSÉ A. MARTÍ, PE, DEE
OFFSHORE INFRASTRUCTURE ASSOCIATES

La energía océano térmal o termo-océánica (OTEC, por sus siglas en inglés, y significa conversión de la energía térmica del océano) es un modo de generar energía renovable en base continua que aplica a zonas tropicales y subtropicales con agua profunda, donde la diferencia en temperatura entre la superficie del mar y el agua fría profunda sea igual o mayor de 20°C. En esencia, OTEC recupera la energía solar absorbida por el océano.

La principal ventaja de OTEC es que el diferencial de temperatura en que se basa está disponible en todo momento, lo que, a diferencia de las tecnologías solar y de viento, permite la generación de electricidad en base continua, de fuentes puramente locales, y a un costo fijo. Al no usarse combustibles, la energía de OTEC no es susceptible a la volatilidad de costos que afecta al petróleo, el carbón y el gas natural. Son conocidos los efectos adversos de estas fluctuaciones en la economía de Puerto Rico.

Otro factor sumamente importante es que OTEC permite, si se desea, la co-producción de agua potable por medio de desalinización, además de la energía eléctrica. Es posible producir hasta 2 millones de litros diarios (500 mil galones por día) por cada megavatio de electricidad generada.

El impacto ambiental de OTEC es mucho menor que el de las fuentes convencionales de energía, ya que no se crean productos de combustión durante el proceso de generación eléctrica ni se generan residuos radioactivos ni peli-

grosos. Esto es particularmente relevante en vista de la relación entre las emisiones de carbono y el calentamiento global.

Aunque los principios de OTEC fueron postulados hace más de 100 años, los puntos anteriores han causado un nuevo interés en la tecnología, particularmente en el caso de Puerto Rico.

EL PRINCIPIO DE OTEC

Un sistema OTEC es un motor térmico, en principio similar a los usados en una planta termoelectrónica, donde el calor se usa para vaporizar un fluido y mover un generador. En el caso de OTEC, en lugar de combustibles, se usa el diferencial en temperatura entre la superficie y el fondo del mar para evaporar el fluido térmal (generalmente amoníaco).

El sistema OTEC más sencillo es el de ciclo cerrado, ilustrado en la Figura 1, que se usa para producir electricidad solamente. Existen otras modalidades, tales como el ciclo abierto, donde se evapora directamente el agua del mar y se usa para mover el generador, lo que permite la cogeneración de agua desalada. Existe también un ciclo híbrido, que combina el ciclo cerrado y el abierto. En los tres casos, es necesario obtener agua fría profunda del mar para condensar el fluido térmico. El agua fría está normalmente disponible a cerca de 1,000 metros (3,200 pies) de profundidad, donde la temperatura se mantiene a unos 4°C (39°F) o menos. Ver la Figura 2.

HISTORIA

El concepto de OTEC fue propuesto inicialmente por Julio Verne en su novela

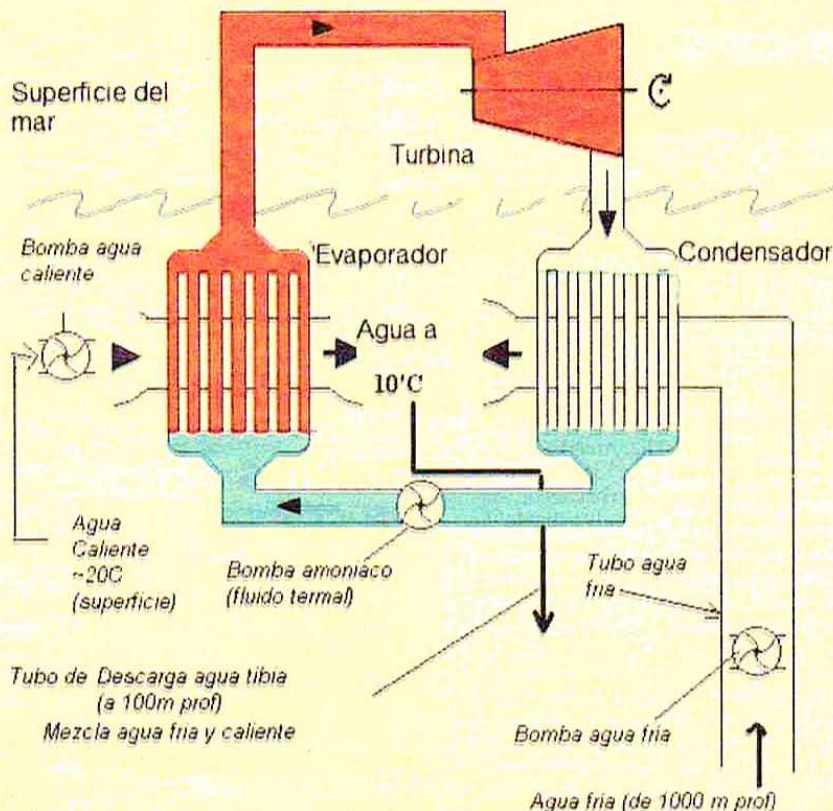


FIGURA 1

Veinte mil leguas de viaje submarino, publicada en Francia en el 1869. El físico francés Jacques Arsene D'Arsonval propuso formalmente la idea en el 1881. Su discípulo, el ingeniero y empresario francés Georges Claude, construyó en 1930

una planta de OTEC de ciclo abierto en la bahía de Matanzas, en Cuba, la que operó por varios días, hasta que fue destruida por una tormenta. El Dr. Claude volvió a construir una planta OTEC en un barco en Brasil, sufriendo de nuevo daños por

ASOCIACIÓN DE COMERCIANTES EN MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN

30ma. CONVENCION DE LA ACMC 2010
[Construyendo nuevos cimientos para una industria sólida]

➔ 29 de abril al 2 de mayo de 2010

Wyndham Rio Mar Beach Resort and Spa en Rio Grande

Para más información & ofertas comunícate al 939.630.9541 | 787.565.0388





FIGURA 2

otra tormenta.

Durante las décadas de los 50 y 60 varios programas de investigación y desarrollo fueron completados, incluyendo propuestas de diseño por parte de la sociedad francesa *Energie des Mers* y el Laboratorio de Conversión de Agua de Mar de la Universidad de California en Berkeley, fundado por un ingeniero que trabajó en la empresa francesa.

La crisis energética de la década de los 70 motivó al Gobierno de los Estados Unidos a involucrarse en el estudio de OTEC. El Recinto de Mayagüez de la Universidad de Puerto Rico (RUM) y la Autoridad de Energía Eléctrica (AEE) participaron en varios de estos estudios, donde se identificaron localizaciones potenciales para plantas OTEC en Puerto Rico.

Los planes originales del Departamento de Energía federal era construir entre 20 y 40 plantas OTEC para mediados de la década de los 90. Sin embargo, aunque se completaron varios diseños nunca se llegaron a construir plantas capaces de generar electricidad a gran escala.

La principal razón por la que se detuvo la implementación de OTEC fue económica. El barril de petróleo fue bajando de precio, llegando a niveles cercanos a los \$10 en la década de los 90. Además de esto, en Estados Unidos, la administración del presidente Reagan se enfocó en el desarrollo de la energía nuclear, reduciendo los fondos disponibles para OTEC y otras fuentes de energía renovable. Estos factores, más la falta de conciencia sobre el cambio climático, provocaron que los trabajos en

OTEC y otras fuentes de energía renovable se detuvieran a nivel mundial.

¿POR QUÉ AHORA?

Los eventos mundiales recientes han creado un nuevo interés en OTEC.

Primero, el precio del petróleo ha aumentado vertiginosamente, llegando a \$148 el barril en el 2008. Existen serias preocupaciones sobre la estabilidad de la producción de petróleo en áreas conflictivas tales como el Oriente Medio. Hay sospechas de que las reservas mundiales de petróleo pudieran haber comenzado a agotarse, lo que los economistas llaman el cenit del petróleo o la teoría del pico de Hubbert, que algunos analistas consideran comenzó entre el 2000 y el 2010. Todo aumento en el costo del petróleo genera un alza en la demanda y el costo de otros combustibles, tales como el carbón, el gas natural e incluso los biocombustibles.

Otro factor importante es el llamado "nexo agua-energía". Para producir energía se requieren grandes cantidades de agua y para producir y distribuir agua potable se requieren grandes cantidades de energía. Esto lleva a algunos analistas a considerar que el agua puede ser una de las principales fuentes de conflictos en el siglo XXI.

OTEC resulta altamente pertinente hoy en día, debido a que no utiliza combustibles ni energía nuclear; que puede operar continuamente (en comparación con los factores de disponibilidad de 30% de la energía de viento y 40% de la energía solar); y a que permite, si se desea, la co-producción de agua



FIGURA 3

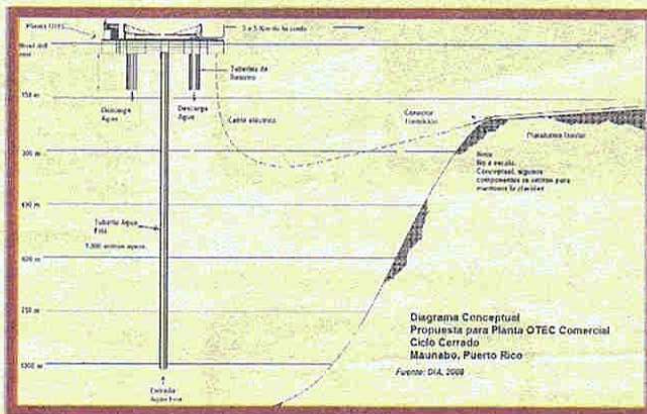


FIGURA 4

OTEC Y PUERTO RICO

Puerto Rico posee condiciones específicas que lo convierten en el lugar ideal para la implementación comercial de OTEC debido a que el agua profunda está a una distancia muy corta (2 a 3 kilómetros) de la costa, según se muestra en la Figura 2. El alto consumo de energía, proveniente casi en su totalidad de fuentes importadas, hace a OTEC muy atractiva para la Isla. A largo plazo, Puerto Rico puede también servir como base para la exportación de productos y servicios relacionados con OTEC a otros mercados, lo que contribuiría al desarrollo económico. Ver la Figura 3.

La empresa Offshore Infrastructure Associates (OIA) ha

propuesto plantas OTEC para Puerto Rico. Los diseños están basados en componentes usados en otras aplicaciones industriales y en prácticas comunes de ingeniería y construcción. También se ha desarrollado un esquema de financiamiento basado en fuentes privadas. Esta estrategia permite la generación comercial de electricidad mediante OTEC a un costo por kilovatio hora comparable al de la generada con petróleo a \$65/barril, sin la necesidad de subsidios o donativos (el costo del barril de petróleo era de \$73.59 el 9 de febrero). Lo más importante es que el costo de la electricidad no estará sujeto a aumentos impredecibles. Además de esto, los pagos por la electricidad generada mediante OTEC quedarán dentro del sistema económico de Puerto Rico

y los Estados Unidos y no serán enviados a productores de petróleo en el extranjero.

Una planta OTEC de 75 MW, como la propuesta por OIA, evitaría la importación de cerca de 1,000,000 de barriles de petróleo al año, eliminando además las emisiones y contaminación de aire resultantes. La planta propuesta se muestra en la Figura 4. Las de OTEC son menores que los las fuentes de energía convencionales. No obstante, la estrategia de OIA incorpora medidas para minimizar posibles efectos adversos. La misma comprende el estricto cumplimiento con todos los requisitos de declaración de impacto ambiental y permisos, tanto a nivel local como federal; y la aplicación de las mejores prácticas de ingeniería, construcción y operación. Además, se implantaría un programa a largo plazo para evaluar los efectos ambientales durante la operación, para corregir cualquier impacto imprevisto y optimizar el diseño y la operación de futuras plantas.

En resumen, con las estrategias técnicas y económicas adecuadas, OTEC es actualmente viable para Puerto Rico. Esta tecnología ofrece la oportunidad única de contribuir a la independencia energética y al desarrollo sostenible de Puerto Rico y otras partes del mundo.