

CONCURSO COLEGIADO DE ENERGÍA MARINA: DESARROLLO DE UN PROYECTO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UNA PLANTA OTEC EN LA ISLA COZUMEL

Dulce Daniela Navarro Moreno¹, Fabiola García-Vega¹, Jonathan Benítez-Gallardo¹, Emily Martínez², Jessica Tobal-Cupul³, Michelle Wang², Santiago Zamora², Andrés Rosales², E. Paola Garduño-Ruiz¹, Jorge Olmedo-González⁴ y Emilano Gorr-Pozzi⁵

¹ Instituto de Ingeniería, Universidad Nacional Autónoma de México, danielanavarrom1@gmail.com, FGarciaV@iingen.unam.mx, john_ene10@hotmail.com y EGardunoR@iingen.unam.mx

² Thayer School of Engineering at Dartmouth, emily.d.martinez.21@dartmouth.edu, Michelle.s.wang.21@dartmouth.edu, Santiago.zamora.castillo.21@dartmouth.edu, arosales871@gmail.com

³ Universidad del Caribe, 140300172@ucaribe.edu.mx

⁴ Laboratorio Electroquímica, ESQIE, Instituto Politécnico Nacional, jorgeolmedog@outlook.com

⁵ Universidad de Baja California, emigorr@uabc.edu.mx

Introducción

El Concurso Colegiado de Energía Marina (MECC, por sus siglas en inglés), es organizado por el Laboratorio Nacional de Energía Renovable (NREL, por sus siglas en inglés) del Departamento de Energía (DOE, por sus siglas en inglés) de Estados Unidos de América. MECC, está diseñado para desafiar a equipos de estudiantes interdisciplinarios a encontrar soluciones que puedan desempeñar un papel vital en impulsar el uso de energías marinas, abordando aspectos técnicos, socio-ambientales y de negocios, dentro de la visión de “economía azul”. Estudiantes del CEMIE-Océano y de Dartmouth College, se han unido para crear el equipo “OTEC-International”, resultando ser uno de los 17 equipos que continuaron para la etapa final.

Dentro de las diferentes fuentes de energía marina, se encuentra la energía por gradiente térmico que por medio de la tecnología de Conversión de Energía Térmica Oceánica (OTEC), se puede aprovechar las diferencias de temperatura (iguales o mayores a 20 °C) encontradas entre la superficie y fondo (~ 1000 m) del océano para generar electricidad de manera continua e ilimitada; esto gracias su alto factor de capacidad (92%) (Vega, 2012).

Las zonas que cuentan con mayor potencial de aprovechamiento son aquellas que se ubican en las áreas tropicales, por tal motivo, la Isla Cozumel, es una zona con gran interés (Huante et al., 2020).

Para generar electricidad, se utiliza en ciclo termodinámico Rankine. Existen dos principales tipos de ciclos: el Cerrado (CC) y el Abierto (CA). Además, se puede generar beneficios secundarios,

como son agua desalinizada, usos del agua profunda para aire acondicionado, acuicultura, etc. De Existen dos principales configuraciones de plantas: en tierra o sobre sistemas flotantes, ubicada a pocos kilómetros de la costa (Garduño et al., 2017).

Actualmente, existen alrededor de cinco plantas piloto con una capacidad total de 270 KW (OES, 2020).

El presente proyecto tiene como objetivo principal, el desarrollo conceptual de una planta flotante OTEC de Ciclo Cerrado con una potencia bruta de 60 MW, considerando como caso de estudio la Isla Cozumel, ubicada en Quintana Roo, México (Figura 1). El desarrollo de esta investigación permitirá definir el alcance y la viabilidad técnica, financiera y de mercado tanto de la generación de energía eléctrica como de sus subproductos (agua desalinizada y agua para la producción de macroalgas).



Figura 1. Área de estudio, Cozumel, Quintana Roo, Mex. (Elaborada por OTEC Internacional, 2020).

Metodología y resultados

Energía eléctrica

La demanda eléctrica de Cozumel se satisface, principalmente, a través de cables submarinos conectados a Playa del Carmen, resultando en una de las energías más caras del país, debido a su ubicación y a la logística nacional, volviéndose una oportunidad para la planta y para la comunidad.

A continuación, se presenta una tabla comparativa que muestra la competitividad de algunas plantas generadoras de energía, misma que toma como referencia el Costo Nivelado de Energía (LCOE) y el factor de capacidad.

Tabla 1. Tabla comparativa de LCOE a 2026. (IEA, 2021).

Tipo de planta	LCOE	Factor de capacidad
OTEC	\$206.54	92%
Turbina de combustión	\$199.01	10%
Eólica costa fuera	\$115.04	45%
Eólica costa dentro	\$31.45	41%
Solar híbrida	\$42.18	30%

Cabe aclarar que únicamente se consideraron los ingresos de energía eléctrica y, al incluir las ventas de los subproductos, CEL y bonos de carbono la planta será más rentable, por ende, el LCOE disminuirá. Por otro lado, la planta fungirá como un generador privado, ofreciendo la energía en el Mercado Eléctrico Mayorista, con el fin de que un suministrador calificado pueda adquirirla y ofrecerla a usuarios calificados (gobiernos o industrias o empresas que tengan un consumo mínimo promedio de 1mw).

Agua desalinizada

La producción de agua desalinizada anual será de 29,663,064 m³, misma que permitirá satisfacer la necesidad de agua potable en la isla, así como cubrir la demanda social en otras regiones de la República. Este producto podrá ser vendido a gobiernos estatales y municipales y el precio por m³ será igualado al promedio nacional.

Agua para el cultivo de macro-algas

El mercado de las algas va en aumento, esto se debe a su rentabilidad y sostenibilidad, ya que ofrece una amplia gama de beneficios a diversos sectores. En la planta OTEC la macro-alga que será producida es la *Ulva sp*, una especie que se puede encontrar en la zona de estudio y, por tanto, no

afecta el ecosistema. De acuerdo con estimaciones se calcula que la producción anual sea de 15,330 toneladas del alga deshidratada, lo que permite tener un ingreso de \$93,000 dólares anuales, por la venta de bonos de carbono, el cual es capturado a través de estas. Además, debe sumarse la venta de la macro-alga.

Estudio socio-ambiental

Uno de los pilares y principales objetivos del proyecto es la sustentabilidad, por ello se ha considerado afectar lo menos posible la zona. Además de que este ha buscado adaptarse a los planes de acción (internacionales, nacionales y locales) relacionados con la energía azul.

Conclusión

Tras el análisis realizado, se concluye que el desarrollo e implementación de la planta OTEC es viable técnica y económicamente. Asimismo, se ha logrado integrar los conocimientos multidisciplinarios, y se ha buscado crear una sinergia entre el ámbito académico, privado y gubernamental, en lo cual se están obteniendo buenos resultados.

Referencias

- Energy Information Administration (2021). Levelized Costs of New Generation Resources in the Annual Energy Outlook 2021. Online: https://www.eia.gov/outlooks/aeo/pdf/electricity_generation.pdf
- García. H. A., Rodríguez C. Y., Garduño R. E. P., and Hernández C. R. E. (2020). General Criteria for Optimal Site Selection for the Installation of Ocean Thermal Energy Conversion (OTEC) Plants in the Mexican Pacific. In Intech, IntechOpen, Ed. London, UK, p. 15.
- Garduño R. E. P., Garcia H. A. (2017). Conversión de Energía Térmica Oceánica (OTEC) Estado del Arte., CEMIE-Océano. México, 2017.
- Ocean Energy System (2020). Ocean energy in islands and remote coastal areas opportunities and challenges. Online: C:/Users/HP/Downloads/ocean-energy-in-islands-and-remote-coastal-areas.pdf
- Vega, L. A. (2012). Ocean thermal energy conversion. Encyclopedia of sustainability science and technology, 7296–7328.



1er Congreso Internacional
CEMIE-Océano



