

# ANÁLISIS DEL FUNCIONAMIENTO DEL PROTOTIPO DE PLANTA OTEC

Estela Cerezo Acevedo, Jessica Guadalupe Tobal Cupul, Yair Yosias Arriola Gil, Héctor Fernando Gómez García y Víctor Manuel Romero Medina

Universidad del Caribe, [ecerezo@ucaribe.edu.mx](mailto:ecerezo@ucaribe.edu.mx), [jtobalcupul@gmail.com](mailto:jtobalcupul@gmail.com), [170100003@ucaribe.edu.mx](mailto:170100003@ucaribe.edu.mx), [fgomez@ucaribe.edu.mx](mailto:fgomez@ucaribe.edu.mx), [vromero@ucaribe.edu.mx](mailto:vromero@ucaribe.edu.mx)

## Introducción

En el presente trabajo se analiza el funcionamiento del prototipo de planta OTEC llamado OTEC-CC-MX-1kW para generar 1 kW de electricidad a partir del aprovechamiento del gradiente de temperatura del agua superficial y subsuperficial del mar Caribe Mexicano. El objetivo es evaluar el funcionamiento en condiciones de diseño y para diferentes condiciones de operación antes de las pruebas experimentales para la optimización del prototipo. Se obtuvieron, primero, los gradientes de temperatura promedio mensuales en uno de los sitios potenciales al sureste de la isla de Cozumel, Quintana Roo, Figura 1, sitio 3.

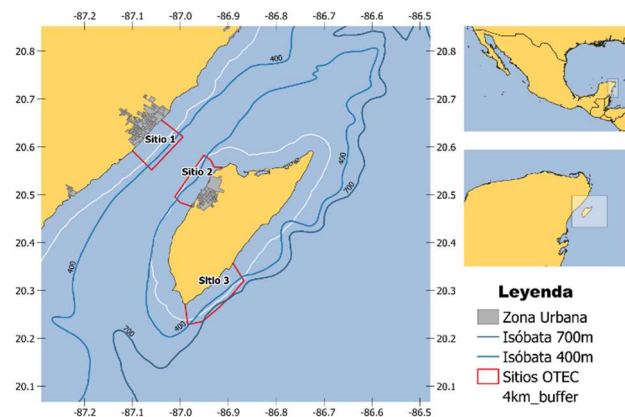


Figura 1. Ubicación de sitios OTEC preliminares definidos en el Mar Caribe mexicano (tomada de Cerezo-Acevedo et al., 2020)

## Estimación del gradiente de temperatura mensual y de la temperatura de entrada y salida del agua y R-152a en los intercambiadores de calor

Para la estimación de la temperatura promedio mensual superficial se utilizó la información del Sistema Satelital de Monitoreo Oceánico (SATMO), desarrollado por la CONABIO, desde enero de 2015 a diciembre de 2019. El cálculo de las temperaturas

subsuperficiales se realizó con el modelo de temperatura de regresión ponderada geográficamente para el mar Caribe mexicano (GWR-TMCAS) desarrollado en la línea estratégica G-LE1 (Tobal et al, 2019). Una vez establecida la temperatura superficial y subsuperficial, se evaluaron las temperaturas de salida del agua y las temperaturas de entrada y salida del fluido de trabajo de los intercambiadores tomando como base la temperatura media logarítmica de estos, 8.5 para el evaporador y 3.5 para el condensador.

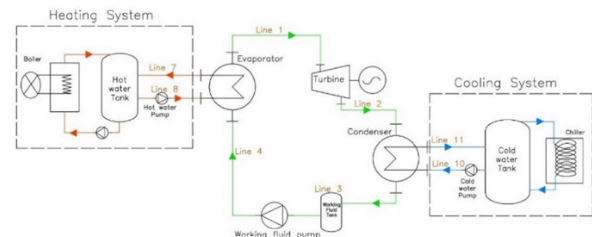


Figura 2. Diagrama general del prototipo OTEC-CC-MX-1kWe (tomada de Tobal-Cupul et al., 2021)

## Modelado del prototipo de planta OTEC.

Se realiza el modelo del ciclo termodinámico Rankine para el prototipo de planta OTEC de tipo Cerrado, Figura 2, utilizando la librería de Phytion CoolProp (Bell et al, 2014) para optimizar el funcionamiento de la planta experimental. El modelo simula el comportamiento de la turbina, evaporador, condensador, bombas de R-152a y de agua en diferentes condiciones de operación.

## Resultados

En este apartado se muestran, en primer lugar, los resultados obtenidos para las temperaturas superficiales y subsuperficiales del sitio 3. En estos se aprecia que el gradiente de temperatura supera los 20°C en todos los meses mostrando un mínimo en el mes de febrero de 21°C y un máximo en el mes de septiembre de 24.15 °C.

Los flujos máxicos de agua para los intercambiadores se muestran en la Figura 3. En esta evaluación se comprueba que los flujos de agua para producir 1 kW de energía eléctrica pueden ser suministrados por las bombas de agua de los sistemas de enfriamiento y de calentamiento del prototipo. Así mismo se obtuvieron las eficiencias térmicas mensuales obteniendo la mayor en el mes de septiembre (3.45 %), en concordancia con Yeh *et al* (2005) quien menciona que una mayor diferencia de temperatura entre la fuente de calor y el sumidero conduce a una mayor eficiencia de la planta OTEC. También se evaluó la producción de potencia manteniendo el flujo mínimo que puede suministrar la bomba del fluido de trabajo, obteniendo una producción mínima en el mes de febrero de 0.9 kW y una producción máxima de 1.2 kW en el mes de mayor gradiente térmico, septiembre, Figura 4.

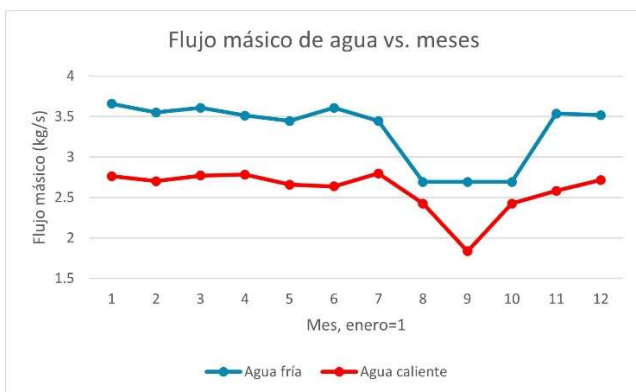


Figura 3. Flujo máxico de agua fría y agua caliente requerido para que el prototipo proporcione 1 kW de energía eléctrica.

### Conclusiones

A partir de las simulaciones realizadas en condiciones dentro y fuera de diseño se pudo conocer a priori el comportamiento del prototipo. Cabe señalar que este estudio no arrojó ningún cambio o modificación en ninguno de los equipos, sin embargo, los resultados deberán ser ajustados y validados con datos reales de la reinstalación del prototipo en el nuevo laboratorio y las pruebas experimentales del mismo.

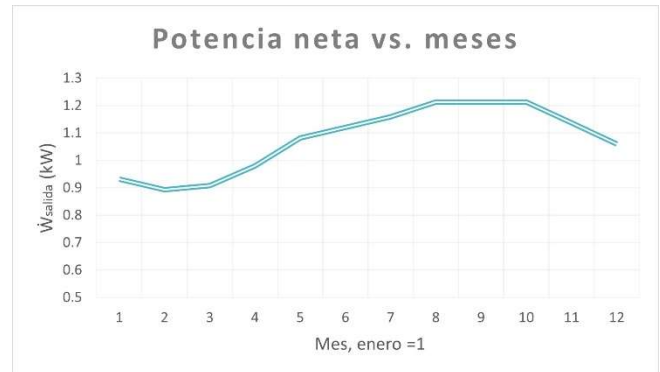


Figura 4. Potencia neta obtenida manteniendo el flujo mínimo de R-152a.

### Referencias

- Bell, I.H., Wronski, J., Quoilin, S., Lemort, V. (2014). Pure and Pseudo-pure Fluid Thermophysical Property Evaluation an the Open-Source Thermophysical Property Library CoolProp. *Industrial & engineering chemistry research*, 53(6): 2498-2508.
- Cerezo-Acevedo, E. Arriola-Gil, Y. Y., Tobal-Cupul, J. G., Romero-Medina, V. M., Bárcenas-Graniel J. F. (2020). Análisis de sensibilidad del prototipo OTEC-CC-MX-1KWe. (7º-B informe G-LE2). Centro Mexicano en Innovación de Energías del Océano.
- Tobal-Cupul, J.G.; Cerezo-Acevedo, E.; Arriola-Gil, Y.Y.; Gómez-García, H.F; Romero -Medina, V.M. (in press). Sensitivity Analysis of OTEC-CC-MX-1 kWe Plant Prototype. *Energies*.
- Tobal-Cupul, J. G, Castillo-Leal, G., Gómez-García, F., Bárcenas-Graniel, J., Cerezo-Acevedo, E. y Romero-Medina, V. M. (2019). Avances del atlas para la visualización de datos oceanográficos para el golfo y mar caribe. (5o informe G-LE1). Centro Mexicano en Innovación de Energías del Océano.
- Yeh, R., Su, T., Yang, M. Maximum output of an OTEC power plant. *Ocean Engineering*. 2005, 32: 685-700.



1er Congreso Internacional  
**CEMIE-Océano**



