



**CEMIE-Océano**

Centro Mexicano de Innovación  
en Energía – Océano

**Energía por Gradiente Térmico**

**G-LE2**

**AVANCE A DE LA ETAPA 7, INGENIERÍA DE DETALLE (4ª PARTE)  
CARGA DEL FLUIDO DE TRABAJO, MODIFICACIONES DE ALTURA,  
INSTRUMENTACIÓN Y CONEXIONES**

# Centro Mexicano en Innovación de Energías del Océano

<b>Acrónimo:</b>	<b>CEMIE-Océano</b>		
<b>Número de etapa:</b>	<b>7</b>	<b>Fecha de entrega</b>	<b>13/11/2020</b>
<b>Nombre de la línea:</b>	<b>Energía por Gradiente Térmico</b>		
<b>Responsable de la línea:</b>	<b>Dr. Miguel Ángel Alatorre Mendieta</b>		
<b>Nombre de la acción:</b>	<b>Desarrollo de prototipos y microplantas para la obtención y almacenamiento de energía a partir de gradientes de temperatura específicamente diseñados para optimizar los procesos a partir de las características de los recursos nacionales</b>		
<b>Responsable de la acción:</b>	<b>Dra. Estela Cerezo Acevedo</b>		
<b>Título del entregable:</b>	<b>Avance de la etapa: Ingeniería de detalle, parte 4: Carga de refrigerantes, Modificaciones de altura, instrumentación y conexiones del prototipo OTEC-CC-MX-1KWE</b>		
<b>Autores:</b> (Indicar entre paréntesis su adscripción)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ing. Jessica Guadalupe Tobal Cupul (UNICARIBE)</li> <li>2. Mtro. José Francisco Martínez Ortega (UT-Riviera Maya, UNICARIBE)</li> <li>3. Dra. Estela Cerezo Acevedo (UNICARIBE)</li> <li>4. Dr. Víctor Manuel Romero Medina (UNICARIBE)</li> </ol>		
<b>Estatus:</b> (Final, Avance, Borrador, Aprobado)	<b>Avance</b>		
<b>Página de internet del proyecto:</b>	<a href="http://www.cemieoceanomx.com">www.cemieoceanomx.com</a>		
<b>Inicio del proyecto:</b>	<b>01 de enero de 2017.</b>		
<b>Notas</b>			



## CONTENIDO

CONTENIDO.....	III
ÍNDICE DE FIGURAS .....	IV
1. INTRODUCCIÓN .....	5
2. MATERIALES Y MÉTODOS.....	5
2.1. CÁLCULO DE LA MASA NECESARIA DE REFRIGERANTE .....	5
2.2. MODIFICACIÓN DE LA ALTURA DE LOS COMPONENTES DEL PROTOTIPO OTEC.....	7
2.3. INSTRUMENTACIÓN DE LA LÍNEA 3 DEL PROTOTIPO .....	9
2.4. CONFIGURACIÓN DE ACCESORIOS EN LA LÍNEA 3 DEL PROTOTIPO.....	9
3. RESULTADOS .....	13
3.1. CÁLCULO DE LA MASA NECESARIA DEL FLUIDO DE TRABAJO.....	13
3.2. ALTURAS MÍNIMAS REQUERIDAS DE LOS COMPONENTES DEL PROTOTIPO OTEC.....	14
3.3. INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN .....	17
3.4. CONFIGURACIÓN DE ACCESORIOS PARA LA LÍNEAS DEL PROTOTIPO .....	18
4. ANEXOS .....	20
4.1. DIAGRAMA 2D DE CAMBIO DE ALTURAS DE LOS COMPONENTES DEL PROTOTIPO EN M.....	20
4.2. DIAGRAMA DE TUBERÍAS E INSTRUMENTACIÓN PRELIMINAR DEL PROTOTIPO .....	21
5. REFERENCIAS.....	22

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1. Diagrama esquemático preliminar de las líneas del fluido de trabajo del prototipo OTEC-CC-MX-1kWe. ....	6
Figura 2.2. Valores de NPSH para las bomba tipo CAM 1. ....	8
Figura 2.3 Ejemplo de ensamble de un accesorio flare. ....	10
Figura 2.4 Ejemplos de conexiones tipo flare. ....	10
Figura 2.5 Ejemplos de conexiones tipo cobre ....	11
Figura 2.6 Válvula de bola serie 400. ....	13
Figura 3.1 Modelo 3D de la base metálica para el condensador con medidas en cm. ....	16
Figura 3.2 Modelo 3D de la base metálica para la turbina y el tanque de condensado con medidas en cm. ....	16
Figura 3.3 Modelo 3D de la base metálica para el generador con medidas en cm. ....	17
Figura 3.4. Conexión actual a la salida del condensador fabricada de PVC. ....	18

## 1. INTRODUCCIÓN

Un sistema de conversión de energía térmica oceánica (OTEC, por sus siglas en inglés) de ciclo cerrado utiliza el ciclo termodinámico Rankine para generar electricidad. Las plantas OTEC de ciclo cerrado están compuestas por cuatro equipos principales: 1) condensador, 2) evaporador, 3) bomba y 4) turbina.

La Universidad del Caribe colabora con el Centro Mexicano de Innovación en Energía del Océano (CEMIE-O) desde 2017 en el desarrollo de un prototipo de planta OTEC de ciclo cerrado de 1 kWe en la línea de investigación “Desarrollo de prototipo y microplantas para la obtención y almacenamiento de energía a partir de gradientes de temperatura específicamente diseñados para optimizar los procesos a partir de las características de los recursos nacionales” (G-LE2) (Cerezo *et al.*, 2017)

En este informe se presenta la metodología y los resultados del avance de esta etapa. Así mismo se redactan: Los pasos para 1) la determinación de la cantidad de masa de refrigerante necesaria para el funcionamiento inicial del sistema, 2) las modificaciones en las alturas y distribución espacial de los componentes para la maniobra del llenado, 3) la selección de los instrumentos de medición en las líneas del fluido de trabajo y 4) los accesorios y configuraciones necesarias para las conexiones de la línea del fluido de trabajo.

## 2. MATERIALES Y MÉTODOS

### 2.1. CÁLCULO DE LA MASA NECESARIA DE REFRIGERANTE

Por fines prácticos, se consideró la masa de llenado para el refrigerante como la cantidad de masa de líquido que debe haber dentro del sistema en un momento determinado. Es decir, la cantidad de refrigerante entre la línea (3,3), (3,4), y (3,5), según la Figura 2.1, además de la capacidad del tanque de almacenamiento y el condensador.