



**INSTITUTO  
DE INGENIERÍA  
UNAM**



**Universidad  
del Caribe**

Ciencia y Cultura para el Desarrollo Humano

CONVENIO MODIFICATORIO AL CONVENIO DE COLABORACIÓN QUE CELEBRAN, POR UNA PARTE, LA UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO, A QUIÉN EN LO SUCESIVO SE LE DENOMINARÁ "LA UNAM", REPRESENTADA EN ESTE ACTO POR EL COORDINADOR DE LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA, DR. WILLIAM HENRY LEE ALARDÍN, ASISTIDO POR EL DIRECTOR DEL INSTITUTO DE INGENIERÍA, DR. LUIS AGUSTÍN ÁLVAREZ-ICAZA LONGORIA; Y POR LA OTRA PARTE, LA UNIVERSIDAD DEL CARIBE, A QUIÉN EN LO SUCESIVO SE LE DENOMINARÁ "UNICARIBE", REPRESENTADA EN ESTE ACTO POR SU RECTORA DRA. ANA PRICILA SOSA FERREIRA, CON LA PARTICIPACIÓN DE LA SECRETARÍA ACADÉMICA DE LA UNIVERSIDAD DEL CARIBE, REPRESENTADA POR EL DR. PEDRO MONCADA JIMÉNEZ, Y A QUIENES DE MANERA CONJUNTA SE LES DENOMINARÁ "LAS PARTES", AL TENOR DE LOS SIGUIENTES ANTECEDENTES, DECLARACIONES Y CLÁUSULAS:

### ANTECEDENTES

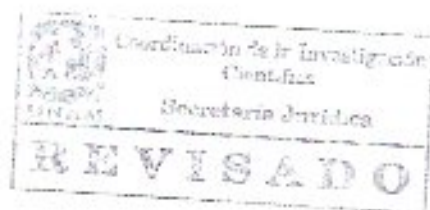
El 02 de mayo del 2016, las partes celebraron un Convenio de Colaboración, al que en lo sucesivo se le denominará el "CONVENIO", mismo que se inscribió en "LA UNAM" bajo el número 46083-2353-21-IX-16, cuyo objeto consiste en la colaboración entre las partes para llevar a cabo las líneas estratégicas de investigación del "CEMIE-Océano", denominadas:

Clave	Nombre de la Línea de Investigación
G-LE1	Detección de lugares de aprovechamiento de gradientes de temperatura con potencial energético de explotación en México para determinar la factibilidad de construcción de una planta tipo OTEC.
G-LE2	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.

### DECLARACIONES

#### I. DECLARA "LA UNAM", QUE:

- I.1. De conformidad con el artículo 1° de su Ley Orgánica, publicada en el Diario Oficial de la Federación del 6 de enero de 1945, es una corporación pública, organismo descentralizado del Estado, dotada de plena capacidad jurídica y que tiene por fines impartir educación superior para formar profesionistas, investigadores, profesores universitarios y técnicos útiles a la sociedad; organizar y realizar investigaciones, principalmente acerca de las condiciones y problemas nacionales, y extender con la mayor amplitud posible los beneficios de la cultura.
- I.2. La representación legal de esta Casa de Estudios, con fundamento en los artículos 9° de su Ley Orgánica y 30 primer párrafo de su Estatuto General, recae en su Rector, Dr. Enrique Luis Graue Wiechers, quien tiene, conforme a la fracción I del artículo 34 del propio Estatuto, facultades para delegarla.







**INSTITUTO  
DE INGENIERÍA  
UNAM**



**Universidad  
del Caribe**

CONOCIMIENTO Y CULTURA PARA EL DESARROLLO HUMANO

- I.3. El Dr. William Henry Lee Alardín, en su carácter de Coordinador de la Investigación Científica, nombramiento que le fue otorgado por el Rector el 7 de diciembre de 2015, está facultado para suscribir instrumentos consensuales que sean necesarios para el desarrollo de sus funciones, contando en su formalización con la asistencia del Director de la entidad o dependencia que participen en el cumplimiento de los compromisos asumidos, de conformidad con los puntos primero y segundo, numeral 3 del "Acuerdo que delega y distribuye competencias para la suscripción de convenios, contratos y demás instrumentos consensuales en que la Universidad sea parte", publicado en la Gaceta UNAM, el 5 de septiembre del 2011. Dichos documentos fueron protocolizados en el instrumento número 76403, de fecha 19 de enero de 2016, otorgado ante la fe del Lic. Ángel Gilberto Adame López, Notario Público número 233 de México, Distrito Federal. Asimismo, manifiesta que la personalidad y facultades con las que se ostenta no le han sido revocadas ni limitadas de manera alguna.
- I.4. El Instituto de Ingeniería forma parte de la organización académico-administrativa de la Universidad Nacional Autónoma de México, de conformidad con el artículo 9° fracción XIV, del Estatuto General de la UNAM, cuyo Director es el Dr. Luis Agustín Álvarez-Icaza Longoria, nombramiento que le fue otorgado por la Junta de Gobierno el 9 de febrero de 2016, con facultades para suscribir instrumentos consensuales con fundamento en el punto primero del "Acuerdo que delega y distribuye competencias para la suscripción de convenios, contratos y demás instrumentos consensuales en que la Universidad sea parte", publicado en la Gaceta UNAM, el 5 de septiembre del 2011.
- I.5. Para la ejecución del objeto materia del presente instrumento, así como para todas las comunicaciones administrativas y técnicas relacionadas con el mismo, señala como domicilio el ubicado en el Instituto de Ingeniería, Edificio 1, Circuito Escolar, Ciudad Universitaria, Delegación Coyoacán, Ciudad de México, Código Postal 04510.
- I.6. Para los efectos legales del presente Convenio, señala como su domicilio, el ubicado en el 9° piso de la Torre de Rectoría, Ciudad Universitaria, Delegación Coyoacán, Ciudad de México, Código Postal 04510.

*[Handwritten signature]*

*[Handwritten signature]*

**II. DECLARA "UNICARIBE", QUE:**

- II.1. Que es un Organismo Público Descentralizado del Poder Ejecutivo del Estado de Quintana Roo, de interés público y social, con personalidad jurídica y patrimonio propio, sectorizado a la Secretaría de Educación y Cultura del Estado, de conformidad con lo dispuesto en el artículo 1 del Decreto por el que se crea la Universidad del Caribe, publicado en Periódico Oficial del Estado de Quintana Roo, el 29 de septiembre de 2000.
- II.2. Que es una Universidad Pública de educación superior y sus lineamientos están citados en citado Decreto de Creación, así como en su Estatuto Orgánico, con una misión en la educación superior y que las actividades educativas que desarrolla utilizan diversas estructuras y estrategias, acordes a su modelo educativo.

*[Handwritten signature]*

*[Handwritten signature]*

*[Handwritten signature]*

*[Handwritten signature]*



*[Handwritten signature]*





**INSTITUTO  
DE INGENIERÍA  
UNAM**



**Universidad  
del Caribe**

CONOCIMIENTO Y CULTURA PARA EL DESARROLLO HUMANO

- II.3. Que su Rectora Dra. Ana Pricila Sosa Ferreira, es titular de la representación de la misma, conforme a lo dispuesto en el artículo 18 del Decreto por el que se crea la Universidad del Caribe, y lo acredita con su nombramiento de fecha 21 de junio del 2017, emitido por el Gobernador del Estado de Quintana Roo, y por lo tanto cuenta con las facultades legales necesarias para la celebración del presente instrumento y para comprometerse al cumplimiento del mismo.
- II.4. Que de acuerdo con su Decreto de Creación, tiene los siguientes fines u objetivos: impulsar, ofrecer, impartir y consolidar la educación superior en sus niveles de profesional asociado, licenciatura y posgrado, así como formular, organizar, fomentar y realizar investigación científica, humanista y tecnológica; realizar difusión cultural que contribuya a impulsar, fortalecer, diversificar y equilibrar el desarrollo regional, estatal y nacional.
- II.5. Dentro de su estructura Orgánica Administrativa se encuentra la Secretaría Académica, el cual cuenta con la infraestructura y los recursos necesarios para dar cumplimiento al objeto del presente instrumento.
- II.6. El Dr. Pedro Moncada Jiménez es el Secretario Académico de la Universidad del Caribe, personalidad que acredita en términos del nombramiento de fecha 27 de junio del 2017, otorgado a su favor por la Rectora de la "UNICARIBE".
- II.7. Que se encuentra inscrita en el Registro Federal de Contribuyentes bajo la clave UCA000929FY9.
- II.8. Que señala como domicilio legal y fiscal para efectos del cumplimiento de este Convenio, el ubicado en Lote 1, Manzana 1, Supermanzana 78, C.P. 77528, Cancún, Benito Juárez, Quintana Roo.

**III. DECLARAN "LAS PARTES":**

- III.1. Que se reconocen en forma recíproca la personalidad con la que se ostentan y comparecen a la suscripción del presente instrumento jurídico.
- III.2. Que manifiestan libremente su voluntad en la celebración del presente instrumento jurídico sin que haya mediado error, dolo, mala fe o alguno vicio del consentimiento que pudiera invalidarlo, y están de acuerdo en someterse a lo dispuesto en los diversos ordenamientos encargados de regular los actos jurídicos de esta naturaleza.

Expuesto lo anterior, las partes otorgan las siguientes:

**CLÁUSULAS**

**PRIMERA.-** El objeto del presente instrumento consiste en modificar el **ANEXO 2**, mismo que suscrito por las partes se adjunta al presente instrumento, la cláusula **PRIMERA**, el párrafo segundo de la cláusula



*[Handwritten signature]*

*[Handwritten signatures and marks on the right margin]*

*[Handwritten signature in the bottom left corner]*



**INSTITUTO  
DE INGENIERÍA  
UNAM**



**Universidad  
del Caribe**

CAROLINA, PUERTO RICO, SEDE  
CONOCIMIENTO Y CULTURA PARA EL DESARROLLO HUMANO

**SEXTA**, y el segundo párrafo de la cláusula **DÉCIMA PRIMERA** del **"CONVENIO"** para quedar en los siguientes términos:

**"PRIMERA.- OBJETO.**

El objeto del presente convenio consiste en la colaboración entre las partes para llevar a cabo las líneas estratégicas de investigación del **"CEMIE-Océano"**, denominadas:

Clave	Nombre de la Línea de Investigación
G-LE1	Detección de lugares de aprovechamiento de gradientes de temperatura con potencial energético de explotación en México para determinar la factibilidad de construcción de una planta tipo OTEC.
G-LE2	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.

El desarrollo del **"PROYECTO"** objeto de este instrumento, se realizará conforme al **Plan de Trabajo**, el cual signado por las partes se agrega al presente instrumento como **"Anexo 2"**, para formar parte integrante del mismo y que se tiene aquí por reproducido como si a la letra se insertare para todos los efectos legales a que haya lugar".

**"SEXTA.- SUMINISTRO, MANTENIMIENTO Y USO DE EQUIPO DE LABORATORIO:**

...

La propiedad del equipo señalado en el **"Anexo 2"** le corresponderá al Consorcio en cuanto se constituya como persona moral, mismos que será adquirido con los recursos otorgados por el **"FONDO"**, para el uso común de las Instituciones que formarán el Consorcio..."

**"DÉCIMA PRIMERA.- RESPONSABLES TÉCNICOS Y ADMINISTRATIVOS:**

...

Para la ejecución del **"PROYECTO"**, la **"UNICARIBE"** designa como Responsable Técnico a la Dra. Estela Cerezo Acevedo, quien será el enlace con **"LA UNAM"** para los asuntos técnicos, teniendo como obligación principal la de coordinar el desarrollo del **"PROYECTO"**, presentar los informes técnicos parciales y de cierre al **"Grupo Directivo"** del Consorcio **"CEMIE-Océano"**, a través de **"LA UNAM"**, y en general supervisar el fiel cumplimiento del presente Convenio".

**SEGUNDA.-** Las partes acuerdan que con excepción de lo expresamente estipulado en el presente instrumento, el contenido del **"CONVENIO"** sigue vigente en los mismos términos y condiciones legales establecidas.

**TERCERA.-** Las partes están de acuerdo con el alcance y contenido de todos y cada uno de los antecedentes, declaraciones y cláusulas señalados en el presente instrumento jurídico por lo que no existe error, dolo, violencia o cualquier otro vicio del consentimiento.

UNIVERSIDAD DEL CARIBE  
Coordinación de la Investigación Científica  
Secretaría Jurídica  
**REVISIÓN Y APROBACIÓN JURÍDICA**

*[Handwritten signature]*

*[Handwritten signatures and marks on the right margin]*





**INSTITUTO  
DE INGENIERÍA  
UNAM**



**Universidad  
del Caribe**

CONOCIMIENTO Y CULTURA PARA EL DESARROLLO HUMANO

LEÍDO QUE FUE EL PRESENTE CONVENIO MODIFICATORIO AL CONVENIO DE COLABORACIÓN Y ENTERADAS LAS PARTES DE SU CONTENIDO Y ALCANCE LEGAL, LO FIRMAN EN CUATRO EJEMPLARES, EN LA CIUDAD DE MÉXICO, EL DÍA VEINTINUEVE DE JUNIO DEL AÑO DOS MIL DIECISIETE, FIRMANDO AL CALCE DE CADA UNA DE SUS HOJAS LOS QUE EN EL INTERVIENEN, COMO CONSTANCIA DE SU ACEPTACIÓN.

POR "LA UNAM"

POR LA "UNICARIBE"

DR. WILLIAM HENRY LEE ALARDÍN  
COORDINADOR DE LA INVESTIGACIÓN  
CIENTÍFICA

DRA. ANA PRÍCILA SOSA FERREIRA  
RECTORA

DR. LUIS AGUSTÍN  
ÁLVAREZ-ICAZA LONGORIA  
DIRECTOR  
DEL INSTITUTO DE INGENIERÍA

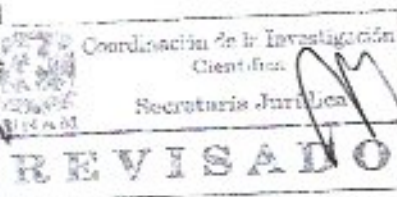
DR. PEDRO MONCADA JIMÉNEZ  
SECRETARIO ACADÉMICO

DR. RODOLFO SILVA CASARÍN  
INVESTIGADOR TITULAR "C"  
DEL INSTITUTO DE INGENIERÍA

DR. DAVID ISRAEL FLORES GRANADOS  
JEFE DE DEPARTAMENTO DE CIENCIAS  
BÁSICAS E INGENIERÍA



**REVISIÓN Y  
APROBACIÓN  
JURÍDICA**





**INSTITUTO  
DE INGENIERÍA  
UNAM**



**Universidad  
del Caribe**

CONOCIMIENTO Y CULTURA PARA EL DESARROLLO HUMANO

LIC. SALVADOR BARBA ECHAVARRÍA  
SECRETARIO ADMINISTRATIVO

L.C. RICARDO CHAVEZ BRAVO  
COORDINADOR ADMINISTRATIVO

DRA. ESTELA CEREZO ACEVEDO  
PROFESORA INVESTIGADORA DE TIEMPO  
COMPLETO TITULAR "A"

Universidad  
del Caribe  
**REVISIÓN Y  
APROBACIÓN  
JURÍDICA**

LAS FIRMAS QUE ANTECEDEN, CORRESPONDEN AL CONVENIO MODIFICATORIO AL CONVENIO DE COLABORACIÓN CELEBRADO EL VEINTINUEVE DE JUNIO DE DOS MIL DIECISIETE, ENTRE LA UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO, A TRAVÉS DEL INSTITUTO DE INGENIERÍA Y LA UNIVERSIDAD DEL CARIBE, CON EL OBJETO DE MODIFICAR EL ANEXO 2, MISMO QUE SUSCRITO POR LAS PARTES SE ADJUNTA AL PRESENTE INSTRUMENTO, LA CLÁUSULA PRIMERA, EL PÁRRAFO SEGUNDO DE LA CLÁUSULA SEXTA, Y EL SEGUNDO PÁRRAFO DE LA CLÁUSULA DÉCIMA PRIMERA DEL "CONVENIO".

Coordinación de Investigación Científica  
Secretaría Jurídica  
**REVISADO**

Parte 1 de 3

Concentrado de costos y tiempo de ejecución

Monto Total a la Institución por 8 etapas	\$	2,752,000.00
Monto Total para Equipo	\$	250,000.00
Monto Total a la Institución por 8 etapas (sin Equipo)	\$	2,502,000.00

Desglose por etapas						
ETAPA	MODALIDAD	ORIGEN	RUBRO	IMPORTE (MXN)	CLAVE	
1	PY	FONDO	Recursos humanos	\$ 72,000.00	G-LE1	
1	PY	FONDO	Recursos humanos	\$ 72,000.00	G-LE2	
1	PY	FONDO	Maquinaria y equipo	\$ 200,000.00	G-LE7	
Subtotal de Etapa (Monto con Equipo)				\$ 344,000.00		
Subtotal de Etapa (Monto sin Equipo)				\$ 144,000.00		
2	PY	FONDO	Recursos humanos	\$ 72,000.00	G-LE1	
2	PY	FONDO	Recursos humanos	\$ 72,000.00	G-LE2	
2	PY	FONDO	Pasajes y viáticos	\$ 50,000.00	G-LE1	
2	PY	FONDO	Gastos de operación	\$ 250,000.00	G-LE1	
2	PY	FONDO	Gastos de operación	\$ 500,000.00	G-LE2	
2	PY	FONDO	Gastos de operación	\$ 50,000.00	G-LE1	
2	PY	FONDO	Servicios externos nacionales o extranjeros	\$ 100,000.00	G-LE1	
Subtotal de Etapa (Monto con Equipo)				\$ 1,094,000.00		
Subtotal de Etapa (Monto sin Equipo)				\$ 1,094,000.00		
3	PY	FONDO	Recursos humanos	\$ 72,000.00	G-LE1	
3	PY	FONDO	Recursos humanos	\$ 72,000.00	G-LE2	
3	PY	FONDO	Gastos de operación	\$ 50,000.00	G-LE2	
3	PY	FONDO	Servicios externos nacionales o extranjeros	\$ 200,000.00	G-LE2	
Subtotal de Etapa (Monto con Equipo)				\$ 394,000.00		
Subtotal de Etapa (Monto sin Equipo)				\$ 394,000.00		
4	PY	FONDO	Recursos humanos	\$ 72,000.00	G-LE1	
4	PY	FONDO	Recursos humanos	\$ 72,000.00	G-LE2	
4	PY	FONDO	Gastos de operación	\$ 50,000.00	G-LE1	
Subtotal de Etapa (Monto con Equipo)				\$ 194,000.00		
Subtotal de Etapa (Monto sin Equipo)				\$ 194,000.00		
5	PY	FONDO	Recursos humanos	\$ 72,000.00	G-LE2	
5	PY	FONDO	Recursos humanos	\$ 72,000.00	G-LE7	
5	PY	FONDO	Servicios externos nacionales o extranjeros	\$ 100,000.00	G-LE1	
Subtotal de Etapa (Monto con Equipo)				\$ 244,000.00		
Subtotal de Etapa (Monto sin Equipo)				\$ 244,000.00		
6	PY	FONDO	Recursos humanos	\$ 72,000.00	G-LE2	
6	PY	FONDO	Recursos humanos	\$ 72,000.00	G-LE2	
6	PY	FONDO	Maquinaria y equipo	\$ 50,000.00	G-LE2	
Subtotal de Etapa (Monto con Equipo)				\$ 194,000.00		
Subtotal de Etapa (Monto sin Equipo)				\$ 144,000.00		
7	PY	FONDO	Recursos humanos	\$ 72,000.00	G-LE2	

**REVISADO**

**REVISIÓN Y APROBACIÓN JURÍDICA**



“ANEXO 2”

7	PY	FONDO	Recursos humanos	\$	72,000.00	G LE2
			Subtotal de Etapa (Monto con Equipo)	\$	144,000.00	
			Subtotal de Etapa (Monto sin Equipo)	\$	144,000.00	
8	PY	FONDO	Recursos humanos	\$	72,000.00	G LE2
8	PY	FONDO	Recursos humanos	\$	72,000.00	G-LE2
			Subtotal de Etapa (Monto con Equipo)	\$	144,000.00	
			Subtotal de Etapa (Monto sin Equipo)	\$	144,000.00	

  
**REVISIÓN Y APROBACIÓN JURÍDICA**


Coordinación de la Investigación Científica  
 Secretario Jurídico  
**REVISADO**

*Handwritten mark*



### Parte 2 de 3

## Detección de lugares de aprovechamiento de gradientes de temperatura con potencial energético de explotación en México para determinar la factibilidad de construcción de una planta tipo OTEC

LÍNEA ESTRATÉGICA: G-LE1

INSTITUCIONES PARTICIPANTES: 1. ICMYL UNAM, 2. CICIMAR, BCS, 3. UniCaribe

Responsable técnico en la Institución: M.C. JUAN FRANCISCO BÁRCENAS GRANIEL

### ANTECEDENTES (JUSTIFICACIÓN Y MOTIVACIÓN):

En las costas de México existe el potencial de utilizar el gradiente térmico entre la superficie del mar y agua profunda (de más de 500m) por encontrarse en el trópico. Pocos países ya están utilizando este gradiente para la producción de electricidad (planta OTEC que significa conversión de la energía térmica oceánica) y otras aplicaciones del agua fría de las profundidades.

En este proyecto el objetivo es estudiar la viabilidad desde el punto de vista oceanográfico de la construcción de este tipo de plantas. El costo de estas plantas es del orden de la decena de millones de dólares por lo que este es el primer paso para que a futuro se construyan plantas de este tipo. Se propone estudiar el gradiente térmico en las costas mexicanas tanto en la vertiente del Pacífico, como en la del Golfo de México, el clima, la batimetría y monitorear el gradiente por medio de cadenas de termistores que es una forma económica de hacerlo. Finalmente por medio de un crucero oceanográfico se realizará la batimetría a detalle de la zona del punto seleccionado con miras a la instalación de la tubería submarina.

Más aún, con la Carta Batimétrica Internacional del Mar Caribe y Golfo de México (IBCCA), Hoja 1-06 se localizaron cinco áreas que cumplen con dos de los criterios más importantes de la tecnología OTEC, que son: Gradiente de temperatura de  $< 20^{\circ}\text{C}$  y que este potencial se encuentre a  $\geq 10$  kilómetros de distancia de la costa:

- Zonas con potencial OTEC Isla de Cozumel. La isobata de 700 metros de profundidad se encuentra a una distancia de 4 kilómetros de distancia y 6.7 km a la de 1000 metros en la costa sureste y de la costa a la ciudad de Cozumel a 30 km
- Zonas con potencial OTEC Punta Allen y Tulum. Punta Allen es un poblado que carece servicios de electricidad, agua potable y alcantarillado. Se encuentra a 50 km de Tulum. El punto OTEC de interés se encuentra a 40 km desde la costa hasta Tulum. Las isobatas de 700 metros y 800 son las más cercanas pero al límite de los 10 km
- Zonas con potencial OTEC Sian Ka'an. Es una Reserva de la Biósfera, sin embargo se encuentra en un lugar adecuado para OTEC, para desalinizar agua como los sistemas de la India. El poblado más próximo es Felipe Carrillo Puerto a 65 km en línea recta
- Zonas con potencial OTEC Xcalac, Mahahual y banco Chinchorro. Esta zona es una amplia franja que costea los mejores lugares OTEC, desde Xcalac hasta Mahahual con distancia a la costa desde 6.7 a 14.4 km. La ciudad más cercana es Chetumal a 55 km en línea recta

### OBJETIVO GENERAL Y METAS DE LA LÍNEA ESTRATÉGICA:

Evaluar los gradientes de temperatura del océano para investigar la factibilidad de la instalación de una planta tipo OTEC para producir energía eléctrica. Objetivos específicos:

- Atlas de potencial energético del océano en México: gradiente térmico.
- Estudios de viabilidad: Distancia a las costas, eventos meteorológicos extremos, distancia a centros de consumo, etc.
- Monitoreo del gradiente térmico en el sitio más adecuado con cadenas de termistores.
- Monitoreo ambiental del sitio que cuente con las mejores características para la extracción de energía.





- Capturar la información en una base de datos que proporcione las características térmicas de los sitios estudiados e integrarla con las demás variables en el proyecto del Atlas que cumpla con los lineamientos de proyectos afines.
- Identificación de los sitios con potencial para la generación de energía a partir del gradiente de temperatura oceánico.
- Caracterización hidrológica del ambiente marino y costero, paisajes y poblaciones del Golfo de México y del Mar Caribe Mexicano.
- Evaluación de la eficiencia, impactos técnico-ambientales y socio-económicos originados por la explotación de los gradientes térmicos en el Golfo de México, Pacífico y Mar Caribe Mexicano.

**METODOLOGÍA:**

- I. Estudio de factibilidad de zonas oceánicas para la instalación de una planta; y análisis de batimetría fina.
- II. Instalación de cadenas de termistores que muestreen permanentemente el perfil de temperatura. No son de tiempo real sino que periódicamente se extraerán los datos.
- III. Análisis de riesgo y financiero analizando los costos-beneficios de la planta OTEC (diversos programas o métodos a analizar para su utilización).
- IV. Análisis e interpretación de datos por Sistemas de Información Geográfica.
- V. Representación gráfica de variables y perfiles.
- VI. Descripción de variables y comportamiento por temporada.

**IMPACTOS, OPORTUNIDADES, CASO, PLAN O MODELO DE NEGOCIOS Y/O MECANISMOS DE TRANSFERENCIA:**

Mediante la caracterización térmica marina se espera, en el mediano plazo, poder realizar una extracción efectiva y viable de energía, lo cual representa un impacto positivo en el medio ambiente ya que se reducirán las emisiones de gases de efecto invernadero, dicha extracción debe hacerse de tal manera que no afecte los sistemas ecológicos marinos. La energía extraída podrá ser suministrada a una población, industria o sistema municipal con lo cual, será posible la creación de un plan de negocios viable y eficaz que permita el buen desarrollo del sistema de extracción de energía térmica marina.

La extracción de energía térmica marina permitirá el acceso al servicio de energía eléctrica a las comunidades que no cuenten con el servicio, implementando mecanismos de transferencia de energía innovadores y que se acoplen al método de extracción.

**TIPO DE ACTIVIDADES ASOCIADAS:**

Elaboración de bases de datos para ser transferidos al subproyecto de generación de Atlas y SIGs. Elaboración de mapas, documentos y manuales

Evaluación de la disponibilidad energética detallada en la zona del Pacífico Mexicano. Elaboración de proyecto viable que permita la extracción de la energía térmica marina.

**DESCRIPCIÓN CONTENIDO INNOVADOR Y/O PROPIEDAD INTELECTUAL:**

Actualmente se cuenta con información limitada en cuanto a las propiedades térmicas marinas del Pacífico mexicano, el poder contar con dicha información abre el campo de la investigación de los métodos viables de extracción de energía en México, permite avanzar en la caracterización de las costas mexicanas y así se podrá evaluar la viabilidad de plantas de conversión energética.

Para poder realizar estas actividades es necesario contar con personal altamente calificado y con instalaciones que permitan la caracterización térmica marina de las costas. Esto debe generar la información suficiente para poder generar un prototipo de extracción de energía térmica marina y así, mediante la aplicación de métodos y técnicas adecuadas y de tecnología de punta, poder extraer y transformar la energía térmica marina en energía eléctrica.



*[Handwritten signature]*

*[Handwritten signature]*

*[Handwritten signature]*

*[Handwritten signature]*

*[Handwritten signature]*

*[Handwritten signature]*

*[Handwritten signature]*

*[Handwritten signature]*



**COSTO Y TIEMPO DE EJECUCIÓN**

Institución que ejercerá el recurso	Clave	Descripción	Etapas 1	Etapas 2	Etapas 3	Etapas 4	Etapas 5	Etapas 6	Etapas 7	Etapas 8	Totales
UniCaribe	RH	1 Técnico asociado (\$12000/mes) para generación de datos oceanográficos por medio de campañas de campo	72,000.00	72,000.00	72,000.00	72,000.00					288,000.00
UniCaribe	PV	Mobilización para realizar campañas oceanográficas		50,000.00							50,000.00
UniCaribe	GU	Equipamiento mecánico electrónico		50,000.00		50,000.00					100,000.00
UniCaribe	GO	Gastos de operación para trabajo de campo (combustibles, herramienta menor, insumos/refacciones de equipos de medición, etc.)		250,000.00							250,000.00
UniCaribe	SE	Subcontratación para mediciones en campo		100,000.00			100,000.00				200,000.00
Subtotal de la institución			72,000.00	522,000.00	72,000.00	122,000.00	100,000.00	0.00	0.00	0.00	888,000.00

\*Cantidades en pesos (MXN)

**CRONOGRAMA DE ENTREGABLES**

Actividades	Productos	Institución*	Entregables**	Año 1		Año 2		Año 3		Año 4	
				Et. 1	Et. 2	Et. 3	Et. 4	Et. 5	Et. 6	Et. 7	Et. 8
Planear la campaña oceanográfica	Plan de campaña oceanográfica	UNICARIBE	Reporte técnico del plan de campaña oceanográfica	X							
Recopilar información de los puntos de interés OTEC.	Concentración de datos de batimetría, geología y perfiles de temperatura existentes hasta el presente.	UNICARIBE	Base de datos y reporte e investigación por etapas	X	X						
Realizar campañas oceanográficas.	Generación de datos oceanográficos	UNICARIBE	Reporte de resultados de campaña oceanográfica por etapas		X	X	X	X	X		
Analizar e interpretar los datos.	Análisis e interpretación de datos	UNICARIBE	Reporte de resultados por etapas					X	X	X	
Elaborar Atlas OTEC del Caribe de México.	Atlas OTEC Caribe Mexicano	UNICARIBE	Reporte integrador de actividades						X	X	X
		UNICARIBE	Atlas digital de OTEC								

Los derechos y títulos de propiedad intelectual, así como los acuerdos con los desarrolladores (autores e inventores) que tengan derecho a los mismos, derivados de las actividades de esta línea de investigación, una vez tramitados por la Institución participante; y que serán transferidos al CeMIEo para que éste, mediante la Unidad de Negocios los vincule a entidades usuarias de los conocimientos, promueva la apropiación privada del conocimiento y sirva de motivador esencial de la inversión privada en investigación y desarrollo económico del país.

Universidad del Caribe  
**REVISIÓN Y APROBACIÓN JURÍDICA**

Coordinación de la Investigación Científica  
 Secretaría Jurídica  
**REVISADO**

### Parte 3 de 3

## 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

LÍNEA ESTRATÉGICA: G LE2

INSTITUCIONES PARTICIPANTES: 1. ICMYL UNAM, 2. CICIMAR, BCS, 3. UniCaribe

Responsable técnico en la Institución: DRA. ESTELA CEREZO ACEVEDO



### ANTECEDENTES (JUSTIFICACIÓN Y MOTIVACIÓN):

En el Instituto de Ciencias del Mar y Limnología de la UNAM en forma incipiente desde hace más de 10 años ha estado funcionando un taller de energía oceánica con presupuesto limitado. En este taller se han realizado diversos experimentos relacionados con la energía oceánica y por tanto existe experiencia en el tema aunque limitada respecto a las posibilidades de desarrollo de aprovechamientos de energía a partir de gradientes térmicos.

Con esta línea de investigación enfocada al diseño de una planta OTEC a nivel laboratorio, se adquirirá experiencia, se invitará a estudiantes de distintos niveles a incorporarse a esta línea de investigación y se instrumentará un laboratorio para experimentos relacionados con energía oceánica.

Este laboratorio podrá ir creciendo con el tiempo y será de gran utilidad para el diseño de equipo a ser utilizado en OTEC a futuro.



### OBJETIVO GENERAL Y METAS DE LA LÍNEA ESTRATÉGICA:

Instalación de un laboratorio para realizar experimentos en energía térmica del mar en las instalaciones de Ciudad Universitaria. Para ello se hará el diseño a nivel laboratorio de los diversos componentes de una planta tipo OTEC (condensadores, turbinas, bombeo, evaporador y vacío). Se podrá obtener la formación de un grupo de trabajo en torno a la Energía Térmica Marítima; Investigación de una planta OTEC a nivel laboratorio con fines de aprendizaje y para Investigación de los diferentes usos del agua fría del mar.

Objetivos específicos:

- Formación de un grupo de trabajo en torno a la Energía Térmica Marítima.
- Investigación de una planta OTEC a nivel laboratorio con fines de aprendizaje.
- Investigación de los diferentes usos del agua fría del mar.



### METODOLOGÍA:

- I. Fabricar los diferentes componentes de una planta OTEC y nuevos experimentos.
- II. Formación de personal mediante la experimentación.
- III. Pruebas en el campo.





**IMPACTOS, OPORTUNIDADES, CASO, PLAN O MODELO DE NEGOCIOS Y/O MECANISMOS DE TRANSFERENCIA:**

Se propone en 4 años consolidar un grupo de especialistas de alrededor de 12 personas en las diferentes sub-áreas de la energía térmica del océano, así como disponer de una instalación que sirva de fundamento para el desarrollo de plantas OTEC.

**TIPO DE ACTIVIDADES ASOCIADAS:**

Elaboración de documentos, manuales, reportes, prototipos y modelos que permitan desarrollar tecnología y metodología en cuanto a la extracción de energía térmica marina considerando además el tipo de materiales más convenientes para el desarrollo de estas tareas. Será necesaria la relación con el tema de formación de recursos humanos, modelación física y numérica así como el desarrollo de materiales, subsistemas y componentes.

**DESCRIPCIÓN CONTENIDO INNOVADOR Y/O PROPIEDAD INTELECTUAL:**

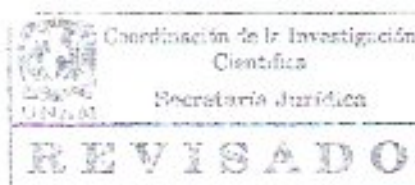
La instalación de un laboratorio de energía térmica en Ciudad Universitaria representa un reto tanto tecnológico, científico y de fabricación que permitirá obtener información de muy alto valor para el desarrollo de la extracción de energía térmica marítima; para lograr estos objetivos será necesario reunir una alta cantidad de capital intelectual que permita diseñar, fabricar y operar el laboratorio.

Formar un equipo de trabajo consolidado que cuente con los conocimientos necesarios para poder operar el laboratorio de extracción de energía térmica marítima, esto representa un gran reto para los investigadores ya que, en primera instancia los experimentos se realizarán en condiciones físicas diferentes a las condiciones marinas, lo anterior propone una reproducción de ambientes marinos que permita representar el comportamiento del ambiente y de la extracción de energía.

**COSTO Y TIEMPO DE EJECUCIÓN**

Institución que ejercerá el recurso	Clave	Descripción	Etapas 1	Etapas 2	Etapas 3	Etapas 4	Etapas 5	Etapas 6	Etapas 7	Etapas 8	Totales
UniCaribe	RH	1 Técnico asociado (\$12000/mes) para desarrollo de prototipo de planta OTEC	72,000.00	72,000.00	72,000.00	72,000.00	72,000.00	72,000.00	72,000.00	72,000.00	576,000.00
UniCaribe	RH	1 Técnico asociado (\$12000/mes) para implementación, prueba y puesta a punto de prototipo de planta OTEC					72,000.00	72,000.00	72,000.00	72,000.00	288,000.00
UniCaribe	GO	Materiales, partes y herramienta menor para desarrollo y fabricación de prototipos		500,000.00	50,000.00						550,000.00
UniCaribe	ME	Equipo de cómputo de alto rendimiento para actividades de diseño de una planta OTEC piloto a nivel laboratorio (\$30000/equipo)	200,000.00								200,000.00
UniCaribe	ML	Sistemas de calentamiento y enfriamiento de agua						50,000.00			50,000.00
UniCaribe	SI	Subcontratación para la manufactura de los componentes del prototipo de planta OTEC			200,000.00						200,000.00
Subtotal de la institución			272,000.00	572,000.00	322,000.00	72,000.00	144,000.00	194,000.00	144,000.00	144,000.00	1,864,000.00

\*Cantidades en pesos (MXN)



Handwritten signatures and marks at the bottom left of the page.

Handwritten signature and mark at the bottom right of the page.

**CRONOGRAMA DE ENTREGABLES**

Actividades	Productos	Institución	Entregables	Año 1		Año 2		Año 3		Año 4	
				Et. 1	Et. 2	Et. 3	Et. 4	Et. 5	Et. 6	Et. 7	Et. 8
Seleccionar el sistema OTEC y definir sus componentes y el flujo de trabajo para la generación de 100 W.	Ingeniería Básica de los componentes del sistema OTEC seleccionado	UNICARIBE	1 Informe técnico del avance por etapa	X	X						
Simular el funcionamiento de los componentes del sistema OTEC para establecer su dimensionamiento y materiales óptimos.	Dimensionamiento óptimo de los componentes del sistema OTEC.	UNICARIBE	1 Informe técnico del avance por etapa.		X	X	X				
Desarrollar la Ingeniería de detalle y fabricar los componentes del prototipo del sistema OTEC.	Componentes del sistema OTEC.	UNICARIBE	1 prototipo de los componentes de la planta OTEC al final de la actividad.				X	X	X	X	
		UNICARIBE	1 Informe técnico del avance por etapa.								
Probar y poner en funcionamiento el prototipo de planta OTEC.	Resultados del funcionamiento del prototipo de planta OTEC.	UNICARIBE	1 Informe Técnico de los resultados.					X	X	X	

Los derechos y títulos de propiedad intelectual, así como los acuerdos con los desarrolladores (autores e inventores) que tengan derecho a los mismos, derivados de las actividades de esta línea de investigación, una vez tramitados por la Institución participante; y que serán transferidos al CeMIEo para que éste, mediante la Unidad de Negocios los vincule a entidades usuarias de los conocimientos, promueva la apropiación privada del conocimiento y sirva de motivador esencial de la inversión privada en investigación y desarrollo económico del país.

**POR “LA UNAM”**

**DR. WILLIAM HENRY LEE ALARDÍN**  
COORDINADOR DE LA INVESTIGACIÓN  
CIENTÍFICA

**DR. LUIS AGUSTÍN**  
ALVAREZ-CAZA LONGORIA  
DIRECTOR  
DEL INSTITUTO DE INGENIERÍA


**POR LA “UNICARIBE”**


**DRA. ANA PRICILA SOSA FERREIRA**  
RECTORA


**DR. PEDRO MONCADA JIMÉNEZ**  
SECRETARIO ACADÉMICO







  
DR. RODOLFO SILVA CASARÍN  
INVESTIGADOR TITULAR “C”  
DEL INSTITUTO DE INGENIERÍA

  
DR. DAVID ISRAEL FLORES GRANADOS  
JEFE DE DEPARTAMENTO DE CIENCIAS BÁSICAS E  
INGENIERÍA

  
LIC. SALVADOR BARBA  
ECHAVARRÍA  
SECRETARIO ADMINISTRATIVO

  
L.C. RICARDO CHÁVEZ BRAVO  
COORDINADOR ADMINISTRATIVO

  
DRA. ESTELA CEREZO ACEVEDO  
PROFESORA INVESTIGADORA DE TIEMPO  
COMPLETO TITULAR “A”

LAS FIRMAS QUE ANTECEDEN, CORRESPONDEN AL ANEXO 2 DEL CONVENIO MODIFICATORIO AL CONVENIO DE COLABORACIÓN CELEBRADO EL VEINTINUEVE DE JUNIO DE DOS MIL DIECISIETE, ENTRE LA UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO, A TRAVÉS DEL INSTITUTO DE INGENIERÍA Y LA UNIVERSIDAD DEL CARIBE, CON EL OBJETO DE MODIFICAR EL ANEXO 2, MISMO QUE SUSCRITO POR LAS PARTES SE ADJUNTA AL PRESENTE INSTRUMENTO, LA CLÁUSULA PRIMERA, EL PÁRRAFO SEGUNDO DE LA CLÁUSULA SEXTA, Y EL SEGUNDO PÁRRAFO DE LA CLÁUSULA DÉCIMA PRIMERA DEL “CONVENIO”.

  
Universidad  
del Caribe  
REVISIÓN Y  
APROBACIÓN  
JURÍDICA

  
Coordinación de Investigación  
Científica  
Secretaría Jurídica  
**REVISADO**

