# INFORME PARCIAL TÉCNICO

## 1. Título del Proyecto:

OBSERVATORIO MEXICANO DEL CLIMA Y LA COMPOSICIÓN ATMOSFÉRICA (OMECCA)

## 2. Período de reporte:

1º de enero al 31 de marzo del 2023

## 3. Objetivos alcanzados

### 3.1. Visita a Campeche

Figura 1. Visita a las oficinas de CONANP en Xpujil (arriba) y Zoh Laguna (abajo), Campeche. Se marca la ubicación en la que se va a colocar el contenedor.

El día 9 de febrero, el Dr. Michel Grutter visitó las oficinas de CONANP (Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas) primero en Xpujil y posteriormente en Zoh Laguna. Se tuvo una reunión con el Mtro. José Zuñiga y el Biol. Carlos Coutiño, director y subdiector de PN Calakmul, respectivamente, en donde se presentó el proyecto y sus avances. Se hizo evidente el interés en el proyecto, por los temas que aborda, y de colaborar siendo que la CONANP apoya con entusiasmo a proyectos de investigación más aún cuando están enfocados en la preservación del medio ambiente.

Se discutieron varios aspectos de planeación para que el proyecto se pueda llevar a cabo satisfactoriamente, considerando aspectos de seguridad y servicios para la ubicación de la infraestructura que va a ser instalada. Posteriormente se visitó la oficina de la CONANP en Zoh Laguna, en donde se escogió el sitio más adecuado para la instalación del contenedor. Se trata de un predio de aproximadamente 2 ha con servicio de luz eléctrica, alimentado por un sistema de co-generación solar, y con buena cobertura de red celular. Además, cuenta con una torre de 30 m que puede usarse para la instalación de sensores meteorológicos y ambientales.

Figura 2. Visita a la Universidad Autónoma de Campeche (UAC). Seminario del Dr. Grutter presentando los detalles del proyecto OMECCA, sus objetivos y oportunidades para la región.

El día siguiente, 10 de febrero, el Dr. Grutter se trasladó al la Universidad Autónoma de Campeche (UAC), sostuvo una reunión con sus colaboradores del Centro de Investigación en Corrosión (CICORR) y visitó el laboratorio del Dr. Javier Reyes Trujeque, director de dicha institución. La colaboración consiste en el estudio del depósito atmosférico y su composición química, línea que se va a implementar en Calakmul, y en el estudio de partículas finas provenientes de varias fuentes y actividades dentro y fuera de la reserva. La vistita fue coordinada por el Dr. Alberto Espinoza Morales, quien organizó un seminario en la UAC a la que asistieron estudiantes, académicos y otras personas interesadas en el proyecto de varias instituciones.

Durante esta visita se establecieron varios contactos y se identificaron oportunidades de colaboración con la participación de varios grupos.

## 3.2. Recepción, maniobra y electrificación del contenedor

El día 8 de febrero del 2023, la empresa que realizó las adecuaciones del contenedor, Imagina Creativos Espacios S.A. de C.V., realizó el traslado hacia el Instituto en Ciudad Universitaria. La maniobra se hizo de noche (>10:30 pm) por instrucciones de vialidad UNAM para evitar congestionamiento vehicular, se utilizó una grúa de 20 toneladas que contrataron con una empresa externa. Se colocó el contenedor en un área del jardín dentro de las inmediaciones del ICAyCC, junto al Circuito, donde se resguardan remolques y el Laboratorio Móvil. La maniobra duró aproximadamente 1 hora y el contenedor quedó nivelado y asentado sobre unas lozas de cemento.

Figura 3. Maniobra del transporte y descarga del contenedor

Durante días subsecuentes, se realizó la instalación eléctrica del contenedor y se le suministró un cable de red. Personal de la empresa vino un par de días mas a trabajar en la instalación del aire acondicionado, con su condensador y desagüe, así como el barandal en la parte superior del contenedor y otros detalles. El diseño del rotulado queda visible en la Figura 3, solo quedan pendientes los logos de las instituciones participantes.

## 3.3. Instalación del espectrómetro infrarrojo IFS 125HR

Las 4 cajas del espectrómetro arribaron al Instituto el día 15 de febrero, las cuales fueron acomodadas dentro del contenedor para su resguardo. Se procedió a programar la visita del técnico especialista, la cual ocurrió en la semana del 6 al 11 de marzo del 2023. El Ing. Gregor Surawicz de Bruker Optik GmbH Alemania y la Ing. Verónica Solis Soto de Bruker Mexicana S.A de C.V, llegaron al Instituto, en Ciudad Universitaria Alemania y junto con personal del Grupo de Espectrosopía y Percepción Remota del ICAyCC – UNAM, se iniciaron las labores de instalación.

El las figuras 4-9 de abajo se muestran algunas de las actividades realizadas, las cuales incluyeron el desempacado de las cajas de madera, la identificación y ensamblado de las partes, la adecuación del espacio, la colocación del instrumento en la posición diseñada, cableado, conexiones y pruebas de funcionamiento de los diversos componentes electrónicos, la fijación de las cámaras de vacío a la mesa metálica, colocación del sistema de amortiguación para evitar vibración, instalación de diversos componentes ópticos dentro de la cámara como el espejo receptor, el divisor de haz de $CaF_2$, ventana de entrada de luz del mismo material, rueda de filtros, los dos detectores (InGaAs y InSb) solicitados y la lámpara de halógeno con sistema de enfriamiento. Se instaló el sistema de barrido del espejo móvil, se realizó una alineación cuidadosa de todos los componentes y se puso en marcha la comunicación con la PC y se realizaron los *tests* de desempeño repitiendo y ajustando hasta cumplir con las especificaciones.

Una vez que pasaron las pruebas con la fuente de luz sintética, se procedió a la instalación del sistema de rastreo solar usando el puerto de entrada en el techo del contenedor fabricado por la empresa que hizo las adecuaciones al contenedor. Se realizó una nivelación y orientación adecuada del rastreador para que con la configuración del *Firmware* vía navegador, colocando las coordenadas, fecha y hora y otras especificaciones, los motores del rastreador empezaran a girar hasta que el haz de la luz del sol se dirigiera de manera vertical hacia abajo dentro del contenedor. Se alinearon todos los espejos hasta que la luz incidiera en el interferómetro y los sistemas de detección, de tal manera, que ya se pudieron realizar las mediciones del espectro solar.

Durante la visita, el personal de Bruker fue capacitando a los académicos de todos los pasos y procedimientos de operación, resolviendo a la vez las dudas que iban surgiendo. Al final los técnicos de la empresa elaboraron un reporte y se firmó la carta de aceptación para que empezara el periodo de garantía.

Figura 4. Desempacado de las cajas.

Figura 5. Ensamblado y puesta en posición del interferómetro.

Figura 6. Instalación del espejo de barrido.

Figura 7. Alineación del láser de referencia, el divisor de haz y el sistema de detección.

Figura 8. Ensamblado, instalación, alineación y puesta en marcha des sistema de rastreo solar.

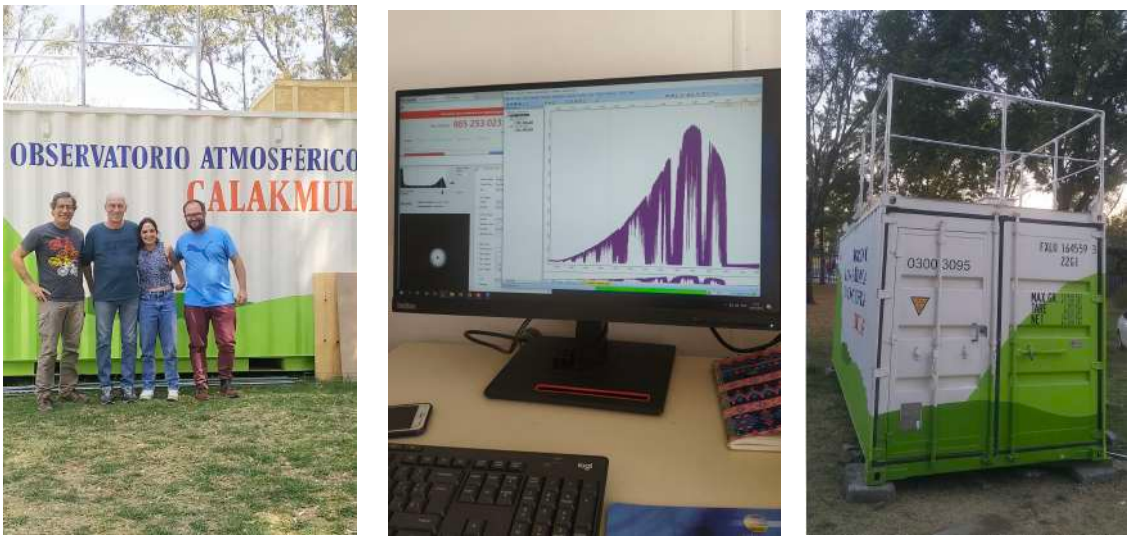


Figura 9. Instalación concluida el sábado 11 de marzo del 2023 y muestra de los primeros espectros solares medidos con este espectrómetro infrarrojo de alta resolución.

## 3.4. Visita del personal de la AEM

El día 17 de marzo, recibimos en el ICAyCC una visita por parte del Dr. Adán Salazar Garibay, Coordinador General de Investigación Científica y Desarrollo Tecnológico, y de la Ing. Fernanda Macías Valencia, Especialista en Investigación Espacial de la Agencia Espacial Mexicana. Durante la visita, el Dr. Michel Grutter les dio un recorrido en las instalaciones y al nuevo contenedor, dando una amplia explicación de las características y funcionamiento del espectrómetro IFS 125HR, que se encontraba operando en ese momento.

Figura 10. Visita del 17 de marzo por parte del personal de la AEM para supervisar los avances del proyecto y visita de estudiantes de la Escuela Nacional de Ciencias de la Tierra (UNAM), con orientación en Ciencias Atmosféricas, cursando la asignatura de “Radiación Solar y Terrestre.

# 4. Plan de trabajo

Dentro de las actividades programadas en los próximos meses están:

- La instalación de los analizadores de partículas y de gases de efecto invernadero. Ya se cuenta con un Rack para alojar estos equipos con las condiciones adecuadas.

- Construcción del domo para protección del rastreador solar. Se está fabricando un domo de fibra de vidro, el cual va a ser colocado en la parte del techo del contenedor de tal manera que

se proteja cuando llueva o no esté en uso. Se instalarán dos motores para poder controlar desde una PC y automatizar la apertura y cerrado del domo.

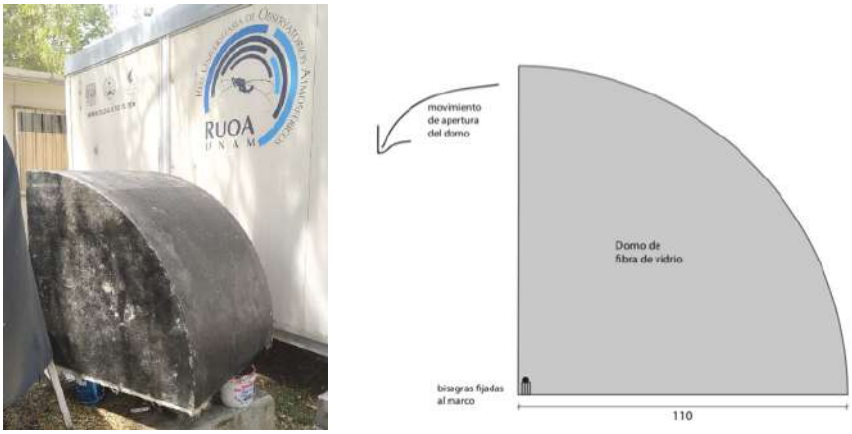


Figura 11. Fabricación de un domo de fibra de vidrio para proteger el rastreador solar.

- Automatización. Se está trabajando en varios desarrollos para la automatización de los procesos que permiten operar los equipos de manera remota.

- Se está tramitando la compra de una torre de 45 m de altura, para la operación de instrumentos en un sitio alterno a donde estará el contenedor. Esta torre tiene como propósito medir flujos de masa y energía a través de la técnica de Covarianza de *Eddy* con anemómetro sónico de 3 dimensiones y sensores de $CO_2$ y $H_2O$, entre otros.

- Se tiene contemplada una visita a la Reserva de la Biósfera de Calakmul para el 15 al 19 de mayo. Acuden la Dra. María de la Luz Espinoza y la Biol. María Eugenia González del ICAyCC, quienes en colaboración con el Dr. Jorge Mendoza y su equipo de ECOSUR, harán muestreos de suelo y visitarán los sitios alternos para la colocación de la torre de flujos.

- La instalación del fotorradiómetro espectral PANDORA del INECC se había programado para el mes de marzo, pero queda pendiente hasta contar con la autorización de esa institución.

Es importante destacar que para continuar con las etapas 2 y 3 establecidas en el convenio, enfocadas en adecuaciones, instalación en sitio final de medición y operación del observatorio en Calakmul, y así poder dar cumplimiento con todos los compromisos establecidos, se va a requerir de los recursos económicos comprometidos por parte del INECC, los cuales no los hemos recibido hasta la fecha.

Dr. Michel Grutter de la Mora
Responsable técnico del proyecto por parte de la UNAM
Ciudad de México, a 30 de marzo del 2023