

# geos



Volumen 44 No. 1 Octubre de 2024

GEOS se publica dos veces al año patrocinada por el Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, Baja California (CICESE) y editada conjuntamente por la UGM y el CICESE.

**UNIÓN GEOFÍSICA MEXICANA, A.C.  
Mesa Directiva 2024-2025**

**Dr. José Luis Macías Vázquez**  
*Instituto de Geofísica, UNAM*  
Presidente

**Dr. Américo González Esparza**  
*Instituto de Geofísica, UNAM*  
Vicepresidente

**Dr. Mario González Escobar**  
*División de Ciencias de la Tierra, CICESE*  
Tesorero

**Dr. Antonio Pola Villaseñor**  
*Escuela Nacional de Estudios Superiores, UNAM*  
Secretario General

**Dra. Lucía Capra Pedol**  
*Instituto de Geociencias, UNAM*  
Secretario de Investigación

**Dra. Avith Mendoza Ponce**  
*Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas*  
Secretario de Difusión

**Dr. Oscar Alberto Castro Artola**  
*División de Ciencias de la Tierra, CICESE*  
Secretario de Educación

**Dra. Elva Escobar Briones**  
*Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM*  
Secretario de Vinculación

**Editores Principales**

Luis A. Delgado Argote  
[ldelgado@cicese.mx](mailto:ldelgado@cicese.mx)  
CICESE

Avith Mendoza Ponce  
[avith.mendoza@unicach.mx](mailto:avith.mendoza@unicach.mx)  
UNICACH

**Comité Editorial**

Harald Böhnelt, UNAM  
Noel Carbajal Pérez, IPICYT  
Oscar Campos, UNAM  
Gerardo Carrasco, UNAM  
Ana Luisa Carreño, UNAM  
Carlos Flores Luna, CICESE  
Juan García Abdeslem, CICESE  
René Garduño, UNAM  
Gustavo Tolson, UNAM  
Felipe Escalona, UAZ

**Apoyo Técnico Editorial**

Ángel Daniel Peralta Castro  
Humberto S. Benítez Pérez  
Sergio Manuel Arregui Ojeda  
María Cristina Álvarez Astorga

GEOS, boletín informativo de la Unión Geofísica Mexicana (UGM), se edita conjuntamente por la UGM y el Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, Baja California (CICESE) bajo el patrocinio del CICESE. Se publica dos veces al año, contiene artículos originales de investigación, artículos de divulgación, notas cortas, aspectos relevantes para la difusión de la actividad científica, tecnológica y docente en las Ciencias de la Tierra, así como noticias de interés para los miembros de la UGM. Las instrucciones para los autores se encuentran al final de cada número y en <https://geos.cicese.mx> GEOS (ISSN 0186-1891) se edita en la División de Ciencias de la Tierra, CICESE, Carretera Ensenada-Tijuana No. 3918, Zona Playitas 22860, Ensenada B.C., México.

Dirigir toda correspondencia a:  
Editorial GEOS  
División de Ciencias de la Tierra, CICESE  
[ldelgado@cicese.mx](mailto:ldelgado@cicese.mx)  
Tel. en Ensenada B.C.: (646)175-0500, Ext. 26060

Título: GEOS

Periodicidad: semestral

ISSN: 0186-1891

Editado en la División de Ciencias de la Tierra, CICESE, Carret. Ensenada-Tijuana No. 3918, Zona Playitas 22860, Ensenada B.C., México.

## EDITORIAL

Este año, la Reunión Anual de la Unión Geofísica Mexicana (UGM) se engalana al conmemorar el centenario del nacimiento del Dr. Julián Adem Chain, fundador de la UGM en 1960. El Dr. Adem tenía una visión clara y objetiva sobre el desarrollo de la geofísica en México; de hecho, un año después, impulsó la creación de la revista Geofísica Internacional.

El legado del Dr. Julián Adem es un pilar fundamental de los cimientos geocientíficos modernos de nuestro país. Por ello, es un honor rendir tributo a sus valiosas contribuciones a la UGM y a México.

Durante nuestra reunión, también celebraremos eventos de gran relevancia, como el Eclipse Total de Sol del 8 de abril de 2024 y las tres décadas de investigación desde la reactivación del volcán Popocatepetl. Además, abordaremos temas de impacto global que afectan directamente a la sociedad mexicana, tales como las sequías, lluvias extremas, incendios y movimientos de remoción de masa, fenómenos vinculados a los efectos del cambio climático.

La Reunión Anual de la UGM 2024 contará con 730 resúmenes, distribuidos en 20 sesiones regulares con 448 presentaciones y 22 sesiones especiales con 282 presentaciones. De estas, 534 serán exposiciones orales y 196 en formato de cartel. Además, se ofrecerán 18 cursos sobre diversos temas en geociencias, cuatro conferencias plenarias a cargo de investigadoras de México y Estados Unidos, así como una mesa de discusión sobre el tema del agua, con la participación de cinco ponentes invitados.

Hasta el momento, contamos con 612 participantes inscritos, de los cuales el 49% son estudiantes, incluyendo 177 de posgrado y 125 de licenciatura. Es importante destacar que 33 de ellos han recibido apoyo a través de nuestro programa de becas. Tenemos 491 miembros, lo que representa un incremento del 35% en comparación con el año anterior. Este año, la RAUGM 2024 contará con la participación de académicos de 50 universidades e instituciones de investigación, tanto nacionales como internacionales.

Por sexta ocasión, realizaremos la "Kermés de las Ciencias de la Tierra y el Espacio" en el parque Hidalgo, colonia Centro, Puerto Vallarta. El objetivo de esta kermés es fomentar el interés y la comprensión de los geofenómenos entre los estudiantes y el público en general. En esta ocasión contaremos con la participación de 24 talleristas.

Este año se otorgarán los reconocimientos al Maestro del Año, la Medalla Manuel Maldonado Koerdell y el Premio Francisco Medina Martínez. Además, continuaremos con los concursos de Cuento Científico y de Conocimientos en Ciencias de la Tierra para estudiantes de licenciatura, y como novedad, se incluirá un Concurso de Fotografía.

En nuestra reunión contaremos con la participación de 26 expositores de diversas compañías e instituciones, así como con el valioso apoyo de 17 patrocinadores y seis organizaciones asociadas.

Lamentablemente, este año no contaremos con la presencia de tres queridos amigos y colegas, participantes entusiastas de nuestra reunión: los doctores Juan García Abdeslem, investigador del CICESE, Luis Manuel Alva Valdivia y Juan Esteban Hernández Quintero, ambos investigadores del Instituto de Geofísica de la UNAM, José Joel Carillo Rivera investigador del Instituto de Geografía de la UNAM y el ingeniero Francisco Torres Rodríguez de Geoelec, quien año con año nos brindaba su apoyo.

La Mesa Directiva y el equipo de la UGM les invita a disfrutar plenamente de esta edición de la RAUGM 2024. Sigamos construyendo juntos una comunidad de geocientíficos y profesionales comprometidos con el avance de las Ciencias de la Tierra y el Espacio, para que los beneficios que nuestras investigaciones se reflejen en la sociedad.

¡Gracias por estar aquí y formar parte de este esfuerzo invaluable!

La Mesa Directiva  
Unión Geofísica Mexicana

**Dr. José Luis Macías Vázquez**  
Presidente, Mesa Directiva 2024-2025  
Unión Geofísica Mexicana

# ESTRUCTURA DE LA REUNIÓN ANUAL 2024

La Reunión Anual 2024 de la Unión Geofísica Mexicana contará con un total de 730 trabajos, distribuidos en 20 sesiones regulares y 22 sesiones especiales. Se ha invitado a distinguidas especialistas a impartir conferencias plenarias en cuatro áreas de interés: Oceanografía y Limnología, Tierra Sólida, Atmósfera y Ciencias Espaciales. También se organizará una mesa de discusión sobre temas de actualidad. Las sesiones se llevarán a cabo en seis salas simultáneas, y habrá un área de carteles y exposición con la participación de 26 expositores de los sectores privado, público y académico. Además, se ofrecerán 18 cursos de capacitación sobre diversos temas de interés para estudiantes y especialistas.

## Conferencias Plenarias

### **JULIÁN ADEM, PROMOTOR DE LAS CIENCIAS DE LA ATMÓSFERA Y LA GEOFÍSICA EN MÉXICO**

Telma Gloria Castro Romero

Instituto de Ciencias Atmosféricas y Cambio Climático, UNAM

### **ACCELERATED METHANE OXIDATION RATES IN GULF OF CALIFORNIA HYDROTHERMAL PLUMES PROVIDE A WINDOW TO THE PAST AND INSIGHT FOR THE FUTURE**

Samantha B. Joye

Department of Marine Sciences, University of Georgia

### **CLIMA ESPACIAL Y EFECTOS DE ECLIPSES SOLARES DE 2023 Y 2024 SOBRE MÉXICO**

Maria Sergeeva

Instituto de Geofísica, Unidad Morelia, UNAM

### **RESOLVING THE CONTROVERSY OF THE ISABELLA LITHOSPHERIC ANOMALY IN CENTRAL CALIFORNIA USING SURFACE WAVE TOMOGRAPHY**

Dayanthie Weeraratne

Department of Geological Sciences, California State University, Northridge

## Mesa de Discusión

### **AGUA: DESDE LA ACADEMIA A LA GOBERNANZA - HACIA UN SISTEMA RESILIENTE EN EL MARCO DEL CAMBIO GLOBAL**

Ponente:

Carlos Gay García, Instituto de Ciencias de la Atmósfera y Cambio Climático, UNAM

Panelistas:

Graciela Herrera Zamarrón, Instituto de Geofísica, UNAM

Agustín Robles Morua, Departamento de Ciencias del Agua y del Medio Ambiente, ITSON

María Aurora Armienta Hernández, Instituto de Geofísica, UNAM

Jaime Carrera Hernández, Instituto de Geociencias, UNAM

Modera:

Lucía Capra Pedol, Instituto de Geociencias, UNAM

## Sesiones Regulares

### **ARQUEOMETRÍA (AR)**

Organizadores:

Galia González Hernández, Ángel Ramírez Luna

### **CIENCIAS DEL SUELO (CS)**

Organizadores:

Sergio Alvarado Soto

### **CLIMATOLOGÍA, CAMBIOS CLIMÁTICOS Y ATMÓSFERA (CCA)**

Organizadores:

Erika Danaé López Espinoza, Luis Felipe Pineda Martínez, Guillermo Montero Martínez

### **EXPLORACIÓN GEOFÍSICA (EG)**

Organizadores:

Diego Ruiz Aguilar, Favio Cruz Hernández, Mario Fuentes Arreazola

### **FÍSICA ESPACIAL (FE)**

Organizadores:

Esmeralda Romero Hernández, José Juan González Avilés

**GEODESIA (GEOD)**

Organizadores:  
Guillermo Cisneros

**GEOHIDROLOGÍA (GEOH)**

Organizadores:  
Janete Morán Ramírez, José Alfredo Ramos Leal

**GEOLOGÍA DEL PETRÓLEO (GP)**

Organizadores:  
Javier Arellano Gil

**GEOLOGÍA ESTRUCTURAL Y TECTÓNICA (GET)**

Organizadores:  
Dante Morán Zenteno

**GEOLOGÍA Y GEOFÍSICA AMBIENTAL (GGA)**

Organizadores:  
Laura Elizabeth Peña García, Roberto Maciel Flores, Martín Hernández Marín

**GEOMAGNETISMO Y PALEOMAGNETISMO (GEOPAL)**

Organizadores:  
Alejandro Rodríguez Trejo, Fredy Rubén Cejudo Ruiz, Miguel Angel Cervantes Solano

**GEOQUÍMICA Y PETROLOGÍA (GEOQP)**

Organizadores:  
Mario Emmanuel Boijseauneau López, Johana Andrea Gómez Arango

**MODELACIÓN DE SISTEMAS GEOFÍSICOS (MSG)**

Organizadores:  
Vlad Manea, Víctor de la Luz

**OCEANOGRAFÍA COSTERA (OCC)**

Organizadores:  
Braulio Juárez Araiza, Héctor García Nava, Amaia Ruiz de Alegría Arzaburu, Christian Appendini, Isaac Rodríguez Padilla

**OCEANOLOGÍA (OCE)**

Organizadores:  
Alejandro Souza, Erik Coria Monter, Elizabeth Durán

**PALEONTOLOGÍA (PALEO)**

Organizadores:  
Adolfo Pacheco Castro

**RIESGOS NATURALES (RN)**

Organizadores:  
David Novelo, Gerardo Suárez

**SEDIMENTOLOGÍA Y ESTRATIGRAFÍA (SED)**

Organizadores:  
Isabel Israde Alcántara, Norma González Cervantes, Mildred Zepeda

**SISMOLOGÍA (SIS)**

Organizadores:  
Héctor González Huizar, Francisco Córdoba Montiel

**VULCANOLOGÍA (VUL)**

Organizadores:  
Martha Gabriela Gómez Vasconcelos, Denis Avellán

Sesiones Especiales

**LIMNOLOGÍA FÍSICA (SE01)**

Organizadores:  
Tzitzlali Gasca Ortiz, Diego Armando Pantoja González, Jorge Manuel Montes Aréchiga, María del Refugio Barba

**LAS GEOCIENCIAS EN LA SOCIEDAD: EDUCACIÓN, DIFUSIÓN Y DIVULGACIÓN (SE02)**

Organizadores:  
Marina Manea, Rodrigo Pérez Luján, Miguel Ángel Martínez Rodríguez

**CIENCIAS ESPACIALES, QUÍMICA PREBIÓTICA Y ASTROBIOLOGÍA (SE03)**

Organizadores:  
Alejandro Paredes Arriaga, Guadalupe Cordero Tercero

**PATRIMONIO GEOLÓGICO Y GEODIVERSIDAD (SE04)**

Organizadores:  
Gerardo de Jesús Aguirre Díaz, Carles Canet Miquel, Geraldine Verónica Vázquez Alarcón

**RECONSTRUCCIÓN PALEOCLIMÁTICA: REGISTROS CONTINENTALES Y MARINOS (SE05)**

Organizadores:  
Claudia Magali Chávez Lara, Margarita Caballero

**LA ESTACIÓN REGIONAL DEL NOROESTE: 50 AÑOS DE PRESENCIA DE LA UNAM EN EL NOROESTE DE MÉXICO (SE06)**

Organizadores:  
Alexis Del Pilar Martínez, Thierry Calmus, Carlos Manuel González León

**SISMOS PEQUEÑOS, GRANDES DESAFÍOS (SE07)**

Organizadores:  
Marco Calò, Ericka Alinne Solano Hernández, Juan Martín Gómez González, Raúl Ramón Castro Escamilla

**ESTADO ACTUAL DEL CONOCIMIENTO GEOLÓGICO, GEOFÍSICO E HIDROMETEOROLÓGICO Y DEL MONITOREO DEL VOLCÁN PICO DE ORIZABA (CITLALTÉPETL) (SE08)**

Organizadores:  
Rafael Torres Orozco, José Luis Arce Saldaña, Francisco Córdoba Montiel, Víctor Hugo Soto Molina

**LAS ROCAS A TRAVÉS DE IMÁGENES: CONOCIENDO SU MICROESTRUCTURA (SE09)**

Organizadores:  
Sandra Vega, Marina Vega, Hugo Sereno

**EN HONOR AL DR. LUIS MANUEL ALVA VALDIVIA Y SU LEGADO AL PALEOMAGNETISMO, LA GEOFÍSICA, LAS CIENCIAS DE LA TIERRA Y MÁS ALLÁ (SE10)**

Organizadores:  
Alejandro Rodríguez Trejo, Harald Böhnel, Luis Alonso Velderrain Rojas, Bernardo Ignacio García Amador

**LA VISIÓN DE LOS SISTEMAS DE FLUJO DE AGUA SUBTERRÁNEA PARA RESOLVER LAS PROBLEMÁTICAS DEL AGUA SUBTERRÁNEA EN MÉXICO (SE11)**

Organizadores:  
Selene Olea Olea, Eric Morales Casique, José Luis Lezama Campos

**ENERGÍAS RENOVABLES Y SISTEMAS DE ENERGÍA (SE12)**

Organizadores:  
Vanessa Magar, Osvaldo Rodríguez, Carlos López, Alejandro Camilo Espinosa Ramírez

**CIENCIAS OCEANOGRÁFICAS, ATMOSFÉRICAS Y SOCIEDAD: ¿CÓMO NOS COMUNICAMOS? (SE13)**

Organizadores:  
Victor Alejandro Arias Esquivel, Andrea Mitre Apaez, Yoalli Hernández Marmolejo, Ana Lucía de Santos Medina

**AVANCES EN MONITOREO AMBIENTAL BASADOS EN PLATAFORMAS ELECTRÓNICAS, HARDWARE Y SOFTWARE DE CÓDIGO ABIERTO (SE14)**

Organizadores:  
Luis Arturo Méndez Barroso, Ian Mateo Sosa Tinoco, Agustín Robles Morua, Luis Adrian Castro Quiroa

**INNOVACIONES TECNOLÓGICAS EN LA DIFUSIÓN DE DATOS Y CONOCIMIENTO CIENTÍFICO (SE15)**

Organizadores:  
Agustín Robles Morua, Laurent Ávila Chauvet, Luis A. Mendez Barroso, Rolando Diaz Caravantes

**MEDICIÓN DE LA CALIDAD DE AIRE DESDE EL ESPACIO (SE16)**

Organizadores:  
Wolfgang Stremme, Victor Almanza

**MODELACIÓN CLIMÁTICA DE LOS MARES MEXICANOS, DÓNDE ESTAMOS Y HACIA DÓNDE DIRIGIRNOS (SE17)**

Organizadores:  
Sheila Estrada Allis, Paulina Cetina Heredia, Karina Ramos Musalem, Tereza Cavazos Pérez

**INVESTIGACIONES EN BIOGEOCIENCIAS PARA EL ESTUDIO DE ECOSISTEMAS EN MÉXICO - LNC MEXFLUX (SE18)**

Organizadores:  
Tonantzin Tarín, Lyssette E. Muñoz Villers, Enrico Arturo Yépez

**LOS SISTEMAS DE GESTIÓN DE LA CALIDAD EN LAS GEOCIENCIAS (SE19)**

Organizadores:  
Octavio Gómez Ramos, Caridad Cárdenas Monroy, Adriana Elizabeth González Cabrera

**A 30 AÑOS DE LA ACTIVIDAD DEL VOLCÁN POPOCATÉPETL: AVANCES EN EL CONOCIMIENTO DE SU HISTORIA ERUPTIVA, MONITOREO Y EVALUACIÓN DE PELIGROS Y RIESGOS ASOCIADOS (SE20)**

Organizadores:  
Lucía Capra Pedol, Giovanni Sosa Ceballos

### **EXPOSITORES EN LA RAUGM 2024 (SE21)**

Organizadores:  
Salvador Fernández

### **CONFERENCIAS PLENARIAS (SE22)**

Organizadores:  
Lucía Capra Pedol

## Cursos

### **ANÁLISIS DE SISMOGRAMAS (CU01)**

Instructores:  
Daniel González, Adriana González, Jazmín Reyes, Alan Alarcón

### **INTRODUCCIÓN AL PROCESAMIENTO DE DATOS SÍSMICOS CON MACHINE LEARNING: MODELOS AUTOMÁTICOS PARA EL PICADO Y LA ASOCIACIÓN DE FASES (CU02)**

Instructores:  
Karina Bernal Manzanilla, Leonarda Isabel Esquivel Mendiola

### **INTRODUCCIÓN A SURFACE WATER AND OCEAN TOPOGRAPHY (SWOT) SUBMESOESCALAR CON PYTHON E INTELIGENCIA ARTIFICIAL (CU03)**

Instructores:  
José Gómez, Carlos Cabrera, Yuritzi Pérez

### **ADQUISICIÓN Y PROCESAMIENTO DE SEÑALES UTILIZANDO RADIO DEFINIDO POR SOFTWARE (SDR) (CU04)**

Instructores:  
Víctor De la Luz, Mona Arjang

### **APLICACIONES DE LA GEOQUÍMICA AL ESTUDIO DEL REGISTRO FÓSIL (CU05)**

Instructores:  
Francisco Sánchez-Beristain

### **HIDROGEOQUÍMICA APLICADA (CU06)**

Instructores:  
Janete Morán Ramírez, José Alfredo Ramos Leal, Eliseo Hernández Pérez, Lorena Elisa Sánchez Higuero

### **FUNDAMENTOS DE PROGRAMACIÓN DE SENSORES EN SISTEMAS ARDUINO Y ESP32 PARA GEOCIENCIAS (CU07)**

Instructores:  
Alejandro Rodríguez Trejo, Héctor Enrique Ibarra Ortega

### **CÁLCULO DE ÓRBITAS DE ASTEROIDES Y COMETAS USANDO PYTHON (CU08)**

Instructores:  
Raúl Gutiérrez Zalapa, Mario Rodríguez Martínez, Valeria López Atienzo

### **QGIS APLICADO A LA HIDROLOGÍA (CU09)**

Instructores:  
Ana Beatriz Rubio Arellano

### **PROCESAMIENTO DE DATOS GEOREFERENCIADOS CON JUPYTERLAB UTILIZANDO ENTORNOS CONDA Y EL ADMINISTRADOR DE PAQUETES SPACK (CU10)**

Instructores:  
José Agustín García Reynoso, Dulce Rosario Herrera Moro, Pedro Damián Cruz Santiago

### **MÉTODOS Y APLICACIONES DE LA GEOQUÍMICA ISOTÓPICA (CU11)**

Instructores:  
Manuel Contreras López, Gabriela N. Solís Pichardo, Gerardo F. Arrieta García

### **PREPARACIÓN DE MUESTRAS DE ROCA TOTAL Y CONCENTRADOS MINERALES PARA ESTUDIOS DE GEOQUÍMICA ISOTÓPICA Y GEOCROLOGÍA (CU12)**

Instructores:  
José Teodoro Hernández Treviño, Paola Velázquez Juárez

### **CONSTRUYE TU PROPIA WEB PARA VISUALIZACIÓN DE DATOS GEOFÍSICOS EN TIEMPO REAL (CU13)**

Instructores:  
Gael Emiliano Casillas Aviña, Jorge Javier Hernández Gómez, Abraham de Jesús Pablo Sotelo, Carlos Alberto López Balcazar

### **MODELACIÓN HIDROGEOQUÍMICA MEDIANTE EL USO DE PHREEQC Y PHREEPLOT (CU14)**

Instructores:  
Juan Sebastian De Gyves López, Janete Morán Ramírez, Eliseo Hernández Pérez

**OBTENCIÓN DE IMÁGENES SOLARES H-ALPHA A PARTIR DE SOFTWARE ESPECIALIZADO (CU15)**

Instructores:  
Mario Rodríguez Martínez

**HERRAMIENTAS DE PYTHON PARA PROCESAMIENTO DE DATOS DE VIENTO DE BOYAS Y DATOS DE CORRIENTES DE ADCP (CU16)**

Instructores:  
Victor Alejandro Arias Esquivel

**INTRODUCCIÓN AL PROCESAMIENTO DE IMÁGENES SATELITALES USANDO PYTHON (CU17)**

Instructores:  
Erika Danaé López Espinoza, José Agustín García Reynoso, Dulce Rosario Herrera Moro, Pedro Damián Cruz Santiago

**MODELADO NUMÉRICO DE SISTEMAS GEOTÉRMICOS EN TOUGH2: PRINCIPIOS Y ESTRATEGIAS (CU18)**

Instructores:  
Fernando Javier Guerrero

Expositores

**KINEMATRICS**

<https://kinemetrics.com>

**GEOELEC**

<https://geoelec.com.mx>

**GEOTEM**

<https://geotem.com.mx>

**VASE SÍSMICA**

<https://www.vasesismica.com.mx>

**COMEXMOL**

<https://comexmol.com>

**GUIDELINE GEO**

<https://www.guidelinegeo.com>

**NANOMETRICS**

<https://nanometrics.ca>

**AMPERE**

<https://gruposimonett.com>

**NORTEK**

<https://www.nortekgroup.com>

**RED SÍSMICA DEL CICESE**

<https://resnom.cicese.mx>

**SISTEMA DE LABORATORIOS ESPECIALIZADOS DE CIENCIAS DE LA TIERRA, CICESE**

<https://sle-ct.cicese.mx>

**TERRACON INGENIERÍA**

<https://terracon-int.com>

**DIVISIÓN DE OCEANOLOGÍA, CICESE**

<https://www.cicese.mx>

**GRUPO KB DE MÉXICO**

<https://www.grupokb.com.mx>

**POSGRADO EN CIENCIAS DE LA TIERRA, CICESE**

<https://www.cicese.mx>

**SCINTREX**

<https://scintrexltd.com>

**TASE**

<https://tase.com.mx>

**DEPARTAMENTO DE EMBARCACIONES OCEANOGRÁFICAS, CICESE**

<https://www.cicese.mx>

**GEOFÍSICA INTERNACIONAL, UNAM**

<http://ojs.geofisica.unam.mx>



**CENTRO DE CIENCIAS DE LA TIERRA, UV**

<https://www.uv.mx>

**GEOCIENCIAS APLICADAS, IPICYT**

<https://ipicyt.edu.mx>

**INSTITUTO DE GEOCIENCIAS, UNAM**

<http://www.geociencias.unam.mx>

**UNIVERSIDAD DE GUANAJUATO**

<https://www.ugto.mx>

**POSGRADO EN CIENCIAS DE LA TIERRA, UNAM**

<http://www.pctierra.unam.mx>

**INSTITUTO DE GEOFÍSICA, UNAM**

<https://www.geofisica.unam.mx>

**INSTITUTO DE GEOLOGÍA, UNAM**

<https://www.geologia.unam.mx>

Patrocinadores

**KINEMATRICS**

<https://kinematics.com>

**GEOELEC**

<https://geoelec.com.mx>

**COORDINACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA, UNAM**

<https://www.cic.unam.mx>

**INSTITUTO DE GEOFÍSICA, UNAM**

<https://www.geofisica.unam.mx>

**CENTRO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA Y DE EDUCACIÓN SUPERIOR DE ENSENADA, BAJA CALIFORNIA, CICESE**

<https://www.cicese.edu.mx>

**INSTITUTO DE CIENCIAS DE LA ATMÓSFERA Y CAMBIO CLIMÁTICO, UNAM**

<https://www.atmosfera.unam.mx>

**INSTITUTO DE GEOLOGÍA, UNAM**

<https://www.geologia.unam.mx>

**INSTITUTO DE GEOGRAFÍA, UNAM**

<https://www.geografia.unam.mx>

**DIRECCIÓN GENERAL DE DIVULGACIÓN DE LA CIENCIA, UNAM**

<https://www.dgdc.unam.mx>

**THE GEOLOGICAL SOCIETY OF AMERICA**

<https://www.geosociety.org>

**MUNICIPIO DE PUERTO VALLARTA**

<https://www.puertovallarta.gob.mx>

**ESCUELA NACIONAL DE ARTES CINEMATográfICAS, UNAM**

<https://www.enac.unam.mx>

**MARLYN HOTEL**

<https://www.marlynhotel.com>

**CENTRO DE MONITOREO VULCANOLÓGICO-SISMOLÓGICO, UNICACH**

<https://monitoreo.unicach.mx>

**WOMEN TECHMAKERS**

<https://developers.google.com/womentechmakers>

**UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA**

<https://www.udg.mx>

**STEREN**

<https://www.steren.com.mx>

## Sociedades Afiliadas

**AMERICAN GEOPHYSICAL UNION, AGU**

<https://www.agu.org>

**COMMUNITY SCIENCE EXCHANGE, CSE**

<https://communitysci.org>

**EUROPEAN ASSOCIATION OF GEOSCIENTISTS & ENGINEERS, EAGE**

<https://eage.org>

**INTERNATIONAL ASSOCIATION FOR PROMOTING GEOETHICS, IAPG**

<https://www.geoethics.org>

**SOCIETY OF EXPLORATION GEOPHYSICISTS, SEG**

<https://seg.org>

**THE GEOLOGICAL SOCIETY OF AMERICA, GSA**

<https://www.geosociety.org>

## Mesa Directiva

**José Luis Macías Vázquez**

Presidente

Instituto de Geofísica, UNAM

**Américo González Esparza**

Vicepresidente

Instituto de Geofísica, UNAM

**Mario González Escobar**

Tesorero

División de Ciencias de la Tierra, CICESE

**Antonio Pola Villaseñor**

Secretario general

Escuela Nacional de Estudios Superiores, UNAM

**Lucía Capra Pedol**

Secretaria de investigación

Instituto de Geociencias, UNAM

**Avith Mendoza Ponce**

Secretaria de difusión

Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas, UNICACH

**Óscar Alberto Castro Artola**

Secretario de educación

División de Ciencias de la Tierra, CICESE

**Elva Escobar Briones**

Secretaria de vinculación

Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM

## Representantes de Sección

**Diego Ruiz Aguilar**

Tierra Sólida

División de Ciencias de la Tierra, CICESE

**Paula Pérez Brunius**

Oceanografía y Limnología

División de Oceanología, CICESE

**Mercedes Andrade Velázquez**

Atmósfera

Centro del Cambio Global y la Sustentabilidad, A.C.

**Esmeralda Romero Hernández**

Ciencias Espaciales

Universidad Autónoma de Nuevo León, UANL

## Comité Organizador

**Ángel Daniel Peralta Castro**

División de Ciencias de la Tierra, CICESE

**José de Jesús Mojarro Bermúdez**

División de Ciencias de la Tierra, CICESE

**Juan Salvador Fernández Peña**

Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, UMSNH

**María Gabriela Ramírez Ortiz**

Unión Geofísica Mexicana, UGM

**Sergio Manuel Arregui Ojeda**

División de Ciencias de la Tierra, CICESE

## Equipo de trabajo

**Ana María Soler Arechalde**

Instituto de Geofísica, UNAM

**Araceli Zamora Camacho**

Centro Universitario de la Costa, Universidad de Guadalajara

**Arceo Ernesto Lázaro Larios**

División de Ciencias de la Tierra, CICESE

**Blanca Estrella Sánchez Garibay**

Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, UMSNH

**Carlos Simon Reyes Martínez**

División de Ciencias de la Tierra, CICESE

**Catalina Armendáriz Beltrán**

Instituto de Geofísica, UNAM

**Cristian Alejandro Gallegos Castillo**

División de Ciencias de la Tierra, CICESE

**Edgar Agustín Mastache Román**

División de Ciencias de la Tierra, CICESE

**Eduardo Rodríguez Orozco**

División de Ciencias de la Tierra, CICESE

**Héctor Tecanhuey Sánchez**

Instituto de Geofísica, UNAM

**Hugo Iván Sereno Villaseñor**

Escuela Nacional de Estudios Superiores, Unidad Morelia, UNAM

**Johana Andrea Gómez Arango**

Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM

**Karla Gabriela Cruz Cruz**

Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, UMSNH

**Luis Eduardo Ochoa Tinajero**

División de Ciencias de la Tierra, CICESE

**Maricarmen Hernández Cervantes**

Instituto de Geofísica, UNAM

**Mario Alberto Fuentes Arreazola**

Centro Universitario de la Costa, Universidad de Guadalajara

**Marisol Juárez Reyes**

División de Ciencias de la Tierra, CICESE

**Moisés Daniel González Álvarez**

División de Ciencias de la Tierra, CICESE

**Mónica Sánchez Oliveros**

División de Ciencias de la Tierra, CICESE

**Omar Séneca Falcón**

Servicio Sismológico Nacional, UNAM

**Young Ho Aladro Chio**

División de Ciencias de la Tierra, CICESE

# ÍNDICE GENERAL

	Página
Editorial .....	i
Estructura de la Reunión Anual 2024 .....	ii
Índice general .....	xi

## Sesiones Regulares

Arqueometría (AR) .....	1
Ciencias del suelo (CS) .....	4
Climatología, cambios climáticos y atmósfera (CCA) .....	7
Exploración geofísica (EG) .....	20
Física espacial (FE) .....	27
Geodesia (GEOD) .....	31
Geohidrología (GEOH) .....	32
Geología del petróleo (GP) .....	38
Geología estructural y tectónica (GET) .....	40
Geología y geofísica ambiental (GGA) .....	45
Geomagnetismo y paleomagnetismo (GEOPAL) .....	48
Geoquímica y petrología (GEOQP) .....	51
Modelación de sistemas geofísicos (MSG) .....	57
Oceanografía costera (OCC) .....	64
Oceanología (OCE) .....	69
Paleontología (PALEO) .....	81
Riesgos naturales (RN) .....	83
Sedimentología y estratigrafía (SED) .....	90
Sismología (SIS) .....	92
Vulcanología (VUL) .....	105

## Sesiones Especiales

Limnología física (SE01) .....	111
Las geociencias en la sociedad: educación, difusión y divulgación (SE02) .....	113
Ciencias espaciales, química prebiótica y astrobiología (SE03) .....	119
Patrimonio geológico y geodiversidad (SE04) .....	125
Reconstrucción paleoclimática: registros continentales y marinos (SE05) .....	128

La Estación Regional del Noroeste: 50 años de presencia de la UNAM en el noroeste de México (SE06) .....	132
Sismos pequeños, grandes desafíos (SE07) .....	136
Estado actual del conocimiento geológico, geofísico e hidrometeorológico y del monitoreo del volcán Pico de Orizaba (Citlaltépetl) (SE08) .....	139
Las rocas a través de imágenes: conociendo su microestructura (SE09) .....	143
En honor al Dr. Luis Manuel Alva Valdivia y su legado al paleomagnetismo, la geofísica, las ciencias de la tierra y más allá (SE10) .....	146
La visión de los sistemas de flujo de agua subterránea para resolver las problemáticas del agua subterránea en México (SE11) .....	149
Energías renovables y sistemas de energía (SE12) .....	153
Ciencias oceanográficas, atmosféricas y sociedad: ¿cómo nos comunicamos? (SE13) .....	155
Avances en monitoreo ambiental basados en plataformas electrónicas, hardware y software de código abierto (SE14) .....	157
Innovaciones tecnológicas en la difusión de datos y conocimiento científico (SE15) .....	163
Medición de la calidad de aire desde el espacio (SE16) .....	165
Modelación climática de los mares mexicanos, dónde estamos y hacia dónde dirigimos (SE17) .....	169
Investigaciones en biogeociencias para el estudio de ecosistemas en México - LNC MexFlux (SE18) .....	171
Los sistemas de gestión de la calidad en las geociencias (SE19) .....	176
A 30 años de la actividad del Volcán Popocatepetl: avances en el conocimiento de su historia eruptiva, monitoreo y evaluación de peligros y riesgos asociados (SE20) .....	179
Expositores en la RAUGM 2024 (SE21) .....	185
Conferencias plenarias (SE22) .....	188
Índice de autores .....	190

como climáticas, afectan la PNE. El bosque tropical seco examinado se extiende a lo largo de la vertiente del Pacífico, alcanzando su límite más al norte en México. Este ecosistema se caracteriza por un clima cálido y la presencia de árboles adaptados a la sequía, con una estacionalidad muy marcada. Además, la zona presenta una notable heterogeneidad, lo que provoca variaciones significativas en los patrones de PNE dentro del mismo ecosistema. Para este estudio, se recopilaron datos multianuales de flujos turbulentos mediante la técnica de correlación de vórtices en dos observatorios eco-hidrológicos: un bosque secundario y un bosque maduro. Estos observatorios forman parte del Laboratorio Nacional CONAHCYT - MexFlux y contribuyen al esfuerzo regional de Norteamérica a través de la red AmeriFlux (MX-Aog y MX-Asf). Los flujos de CO<sub>2</sub> fueron calculados utilizando el software Eddy Pro-7.0.8 en intervalos de medias horas, y se utilizó la herramienta REddyProc para estimar la PPB, Reco y PNE siguiendo métodos estandarizados. Asimismo, se empleó la metodología de Kljun et al. (2015) para estimar las áreas de procedencia de los flujos en ambos sitios. Los resultados preliminares indican que en los dos sitios del BTS (maduro y secundario) se identificaron dos áreas de procedencia en las direcciones noreste (NE) y suroeste (SO), con una distancia máxima de 500 metros. En el bosque maduro, el área en el NE presentó valores de Reco entre 821.082 y 1554.485 gC m<sup>-2</sup>, superando a la PPB, cuyos valores oscilaron entre 567.667 y 1387.430 gC m<sup>-2</sup>. En el sitio secundario, en el SO, tanto Reco como PPB tuvieron valores menores que en el NE, con la Reco variando entre 220 y 330 gC m<sup>-2</sup>, mientras que la PPB en el SO fue mayor, oscilando entre 208.061 y 805.864 gC m<sup>-2</sup>. Estos hallazgos son cruciales para entender cómo los flujos de carbono varían en diferentes etapas de sucesión ecológica dentro del BTS, y si este ecosistema actúa como sumidero o fuente de carbono, lo que tiene importantes implicaciones para su gestión y conservación en el contexto del cambio climático.

## SE18-15 CARTEL

### ESTADO ACTUAL DE LA OBSERVACIÓN DE FLUJOS TURBULENTOS DE CARBONO, AGUA Y ENERGÍA EN MANGLARES SEMIÁRIDOS DEL NOROESTE DE MÉXICO

Méndez-Barroso Luis Arturo<sup>1</sup>, Granados Martínez Karol Paulina<sup>2</sup>, Yépez Enrico A.<sup>1,3</sup>, Sánchez Mejía Zulia M.<sup>1,3</sup> y Uuh Sonda Jorge M.<sup>1,3</sup>

<sup>1</sup>Instituto Tecnológico de Sonora, ITSON

<sup>2</sup>Laboratorio Nacional de Resiliencia Costera

<sup>3</sup>Laboratorio Nacional Conahcyt: MexFlux

luis.mendez78585@potros.itson.edu.mx

Los manglares que se encuentran en las costas del Golfo de California almacenan cerca del 18% del carbono total de la región, representando el sumidero más grande de carbono en las zonas áridas del noroeste de México. En esta región, la estación de monitoreo de flujos ecosistémicos de Navopatia representa uno de los pocos sitios de monitoreo en el mundo enfocados en entender la dinámica del intercambio vertical de los flujos de agua, carbono y energía entre el manglar y la atmósfera. Este sitio se encuentra en operación desde noviembre de 2017, con una brecha de datos entre los años 2020-2022, debido tanto a fallas en la operación del equipo como a la suspensión de actividades ocasionadas por la pandemia de COVID-19. Sin embargo, la estación se encuentra nuevamente en operación desde el último cuarto del año 2023 hasta la fecha. El objetivo de este trabajo es mostrar los últimos resultados observados de calor sensible (H), calor latente (Lambda E) y dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) durante los años 2023-2024. Por otro lado, se hace énfasis en las diferencias interanuales en condiciones ambientales, especialmente en los factores que influyen en la magnitud y estacionalidad de los flujos de intercambio como: Temperatura, nivel de inundación, déficit de presión de vapor y radiación solar. En forma adicional a las mediciones de terreno capturadas por la estación de monitoreo, se cuenta con datos de percepción remota de fluorescencia de la clorofila inducida por la radiación solar (SIF, por sus siglas en inglés) del sensor TROPOMI (TROPospheric Monitoring Instrument), así como, información espectral del rango visible e infrarrojo cercano del satélite Sentinel-2. Estas observaciones nos serán de gran utilidad para la generación de un modelo de partición del intercambio neto del ecosistema (NEE) basado en mediciones independientes de la productividad primaria bruta (GPP) que represente la dinámica de carbono de estos ecosistemas de forma más precisa. Finalmente, se mostrarán las últimas actualizaciones tanto del equipo que se encuentra actualmente en operación como de la disponibilidad y medios de adquisición de los datos.

## SE18-16 CARTEL

### PRIMER TALLER DE APRENDIZAJE DE FLUJOS ECOSISTÉMICOS (TAFE) EN LATINOAMÉRICA

Tarin Terrazas Tonantzin<sup>1</sup>, Moore David Joseph<sup>2</sup> y Torn Margaret<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Universidad Nacional Autónoma de México

<sup>2</sup>School of Natural Resources and the Environment, University of Arizona

<sup>3</sup>Biosphere-Atmosphere Program, Berkeley Laboratory

ttarin@ieciologia.unam.mx

El intercambio de gases de carbono, agua y energía entre la tierra y la atmósfera genera una retroalimentación entre los ecosistemas y el clima. El estudio de los flujos de carbono, agua y energía requiere una cuantificación precisa de la absorción de carbono por los ecosistemas del mundo. La técnica de covarianza de vórtices (eddy covariance, por sus siglas en inglés) proporciona un método robusto para cuantificar el intercambio de gases en el continuo suelo-planta-atmósfera, ofreciendo datos cruciales para modelos predictivos de la retroalimentación de carbono, agua

y energía terrestre al clima. Es por esto, por lo que existe una necesidad urgente de capacitar a científicos en América Latina para operar sitios que operan con la técnica de covarianza de vórtices, interpretar datos y resultados científicos para audiencias nacionales, regionales y globales. América Latina alberga una diversa colección de ecosistemas importantes. Muchos científicos en la región latinoamericana están dedicados a estudiar diversos ecosistemas, pero la formación en la técnica de covarianza de vórtices se ve obstaculizada por barreras como el idioma, las visas, el costo y la distancia en cursos como el Fluxcourse. Este trabajo busca presentar la propuesta para el primer Taller de Aprendizaje de Flujos Ecosistémicos (TAFE) a desarrollarse en Latinoamérica, totalmente en español. Actualmente, existen aproximadamente 100 sitios de monitoreo que emplean la técnica de covarianza de vórtices en América Latina, 56 en AmeriFlux y muchos otros están listos para unirse pronto; estos sitios también están afiliados a redes nacionales, como la del Laboratorio Nacional Conahcyt-MexFlux, regionales y globales. Desarrollar la capacidad humana en la región de Latinoamérica beneficiaría a la comunidad global de biogeoquímica y permitiría avances científicos y prácticos.

## SE18-17 CARTEL

### MONITOREO DE LA FENOLOGÍA VEGETAL EN UN CAMPUS UNIVERSITARIO DE CIUDAD JUÁREZ, CHIH. UTILIZANDO PHENOCAM Y EL ÍNDICE GCC

Zelaya Guerrero Evelin Cecilia, Pérez Ruiz Elí Rafael, Alvarado Soto Sergio y Domínguez Acosta Miguel

Universidad Autónoma de Ciudad Juárez

al173703@alumnos.uacj.mx

El monitoreo de la fenología vegetal es de gran importancia para entender el rol de la vegetación en los distintos procesos biofísicos del ambiente, así como los factores que afectan su dinámica. El uso de índices de vegetación espectrales, como el NDVI, es indispensable en estudios de monitoreo y evaluación de recursos naturales. Sin embargo, limitaciones de resolución espacial y temporal de la mayoría de las plataformas satelitales abiertas, aunado a las complicaciones del monitoreo de alta resolución, siguen siendo limitantes para el correcto monitoreo de la fenología vegetal, en especial en zonas de alta heterogeneidad, tales como las zonas urbanas. En décadas recientes, el uso de cámaras fenológicas (Phenocams) se ha convertido en una herramienta de mucha utilidad para el monitoreo de la actividad de la vegetación. Las Phenocams son ideales para documentar cambios en el paisaje a través de periodos largos de tiempo y a grandes resoluciones espaciales y temporales. Se obtienen índices de vegetación obtenidos de imágenes RGB, por ejemplo, el Green Chromatic Coordinate (GCC), que se basa en la proporción de verde con respecto a la suma del resto de colores. En ecosistemas urbanos, la vegetación provee una serie de servicios ecosistémicos que benefician a sus habitantes ya que tienen la capacidad de regular procesos biofísicos fundamentales, tales como captura de carbono, mejora de la calidad del aire, potencial de enfriamiento, etc. De ahí que el monitoreo de la vegetación urbana puede contribuir a la mejora del metabolismo y planeación urbana. En este estudio, se evalúa la fenología de la vegetación urbana alrededor del sitio de flujos ecosistémicos "MX-lit: Instituto de Ingeniería y Tecnología - UACJ". Se instaló una cámara Moultrie M-550 Gen 2 sobre una torre triangular a una altura aproximada de 17 m, apuntando hacia el sur. Se programó la toma de fotografías cada 10 minutos desde las 7:00 a las 20:00 horas. El periodo de estudio comprende de abril a octubre de 2024. Se procesaron las imágenes y se obtuvo el índice GCC mediante el uso de RStudio. Se analizó dentro del rango de fotografías diarias, el lapso más apropiado para el cálculo de GCC en función de la iluminación y presencia de sombras. Se compararon los valores de GCC promedio de la totalidad del campo de visión dentro del campus y los parches de distintos tipos de vegetación. Finalmente, se compararon los valores de GCC con valores de NDVI obtenidos de LandSat y PlanetScope. Los valores de GCC obtenidos muestran la capacidad de la Phenocam de capturar la variabilidad del verdor de la vegetación, sin embargo, las diferencias de iluminación, el sombreado desigual, la presencia de nubosidad y polvo, representan un reto para la selección de las imágenes más apropiadas para el cálculo de GCC. Sin embargo, los resultados obtenidos demuestran el valor del uso de cámaras fenológicas para el monitoreo de la vegetación urbana.